CATALOGUE OPTOELECTRONIQUE 1985



HEWLETT PACKARD

Novembre 1984

Cher Client, chère Cliente,

Ceci est la quatrième version française de notre catalogue OPTOELECTRONIQUE.

L'accueil reçu par la précédente édition nous a amenés à ne rien modifier dans la présentation ; en particulier les notes d'applications associées s'avèrent être un réel support au concepteur.

Comme toujours, des nouveautés apparaissent dans les diverses familles de produits : DEL, Afficheurs, Photocoupleurs et, bien sûr, notre gamme de composants et sous-ensembles pour transmissions de données par Fibres Optiques, qui continue de s'enrichir.

Présente dans nos principaux bureaux de vente, notre équipe d'Ingénieurs Technico-Commerciaux est prête à vous conseiller dans le choix de vos matériels, de même que notre réseau de distribution implanté sur tout le territoire est là pour vous fournir rapidement nos produits. Ingénieurs HP et distributeurs contribueront ainsi à la réalisation de notre objectif principal :

V O T R E   S A T I S F A C T I O N

N'hésitez pas à faire appel à eux.

Vous remerciant par avance de votre confiance, nous vous prions d'agréer nos sincères salutations.

Daniel PERRET
Directeur
Groupe COMPOSANTS
HEWLETT-PACKARD FRANCE

CATALOGUE OPTOELECTRONIQUE 1985

Des recherches intensives sur les semi-conducteurs, l'utilisation des techniques de pointe en matière de fabrication et une expansion continue ont permis à Hewlett-Packard de devenir l'un des principaux fabricants de DEL, d'afficheurs, de barrettes lumineuses, d'échelles analogiques, de photo-coupleurs, de photodétecteurs, de codeurs optiques, de lecteurs de codes-barres et de systèmes à fibres optiques de très haute qualité et de prix compétitifs.

En plus d'une ligne de produits extrêmement large, Hewlett-Packard vous offre les services suivants :

- Une disponibilité immédiate chez ses distributeurs agréés,
- Une aide technique efficace,
- Des essais très poussés assurant une meilleure qualité,
- Une garantie d'un an sur tous ses produits optoélectroniques.

Cet ensemble de prestations a permis à Hewlett-Packard d'être reconnu comme l'un des chefs de file mondiaux de l'industrie optoélectronique.



HEWLETT PACKARD

Table des matières

1. Diodes électroluminescentes

2. Barrettes lumineuses et échelles analogiques

3. Afficheurs à semi-conducteurs

4. Codeurs optiques

5. Photocoupleurs

6. Fibres optiques

7. Lecteurs de codes-barres

8. Haute fiabilité

9. Applications

Annexe

Index Alphanumérique

Les nouveaux produits sont en caractères **gras**.

Les nouveaux produits sont en caractères **gras**.

Les nouveaux produits sont en caractères **gras**.

Les nouveaux produits sont en caractères **gras**.

Les nouveaux produits sont en caractères **gras**.

Les nouveaux produits sont en caractères **gras**.

La qualité Hewlett-Packard

Lorsque la qualité détermine vos choix ou lorsque la réputation et la fiabilité de vos produits sont en jeu, vous pouvez faire confiance aux composants électroniques Hewlett-Packard. Tests rigoureux et études de fiabilité font partie intégrante de la conception et du lancement d'un nouveau produit chez Hewlett-Packard. En fabrication chaque produit fait l'objet d'un contrôle de qualité rigoureux afin de s'assurer que votre investissement vous apportera une qualité optimale.

Ces dernières années, les plus exigeants de nos clients se sont habitués à mesurer la qualité d'un produit en termes de "parts par million" (PPM). Non content de suivre cette tendance, Hewlett-Packard l'a encouragée, en faisant apparaître sur ses composants optoélectroniques leur niveau d'assurance qualité, évalué précisément en "parts par million". L'amélioration de la qualité étant un but que nous poursuivons continuellement, c'est périodiquement que nous révisons nos critères. Veuillez vous adresser à un ingénieur des ventes, pour obtenir des renseignements sur les critères actuels appliqués chez Hewlett-Packard. Pour plus de détails à ce sujet, consultez le bureau commercial Hewlett-Packard le plus proche de chez vous.

Nous sommes convaincus que notre industrie va vers un niveau de performances toujours supérieur. Aussi nous consacrons-nous à améliorer encore la qualité de nos produits.

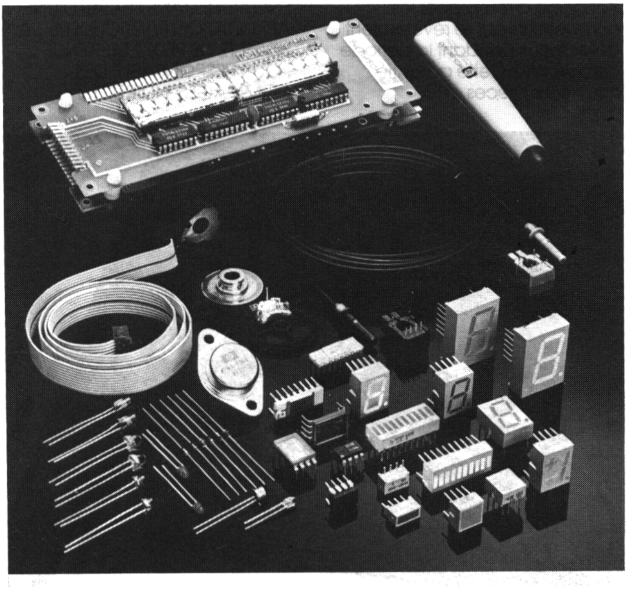
Dans l'industrie optoélectronique, c'est vers Hewlett-Packard que vous vous tournerez en matière de qualité, de performances et d'innovation.



Aperçu sur Hewlett-Packard

Hewlett-Packard est l'un des principaux fabricants d'appareils conçus pour la mesure dans les domaines de l'électronique, du médical, de l'analytique et pour le calcul avec des ordinateurs et des systèmes, des diodes et des transistors, des produits optoélectroniques. Depuis sa fondation en 1939, à Palo Alto (Californie, USA), Hewlett-Packard s'efforce de ne mettre sur le marché que des produits offrant une nette avance technologique.

Pour conserver sa place de leader en instrumentation et dans la technologie des composants, Hewlett-Packard procède à des investissements très lourds dans la recherche de nouveaux produits. Les dépenses consacrées à la recherche et au développement atteignent, en moyenne, dix pour cent du chiffre d'affaires et 1500 ingénieurs et chercheurs ont la responsabilité de mener à bien les divers projets de la société et leur développement.



Pour ses clients, Hewlett-Packard est toujours à portée de téléphone par ses bureaux commerciaux répartis dans le monde entier. Des ingénieurs très spécialisés sont à la disposition de nos clients pour toute assistance technique et tous renseignements. Un réseau de communication très large relie chaque bureau aux usines et à la Direction Générale. Quel que soit le produit ou le besoin, un seul contact avec la société suffit pour renseigner un client.

Quand réputation et qualité sont en jeu

Lorsque la qualité représente un facteur important de la compétitivité d'un matériel ou que votre réputation dépend de celle des produits et composants que vous utilisez, vous pourrez toujours vous appuyer sur la fiabilité des produits Hewlett-Packard.

En optoélectronique, nous fabriquons les lignes de produits suivantes : DEL au GAP ou GaAsP, barrettes lumineuses, échelles analogiques, afficheurs numériques, hexadécimaux et alphanumériques, photocoupleurs, fibres optiques, émetteurs et détecteurs de lumière, codeurs et décodeurs optiques, et lecteurs de codes-barres.

Les pages qui suivent vous donnent un aperçu général de ces lignes de produits.

Comment utiliser ce catalogue

Le présent catalogue regroupe la collection complète des fiches techniques, avec les spécifications détaillées et mises à jour de tous nos produits concernant l'optoélectronique. Il est divisé en huit chapitres principaux : DEL, barrettes lumineuses et échelles analogiques, afficheurs à semi-conducteurs, codeurs optiques, photocoupleurs, fibres optiques, lecteurs de codes-barres et haute fiabilité. Il comporte en outre un chapitre spécial regroupant toutes les notes d'applications, reproduites en entier ou résumées et situées à la suite du chapitre relatif aux produits Haute Fiabilité.

Comment utiliser ce catalogue?

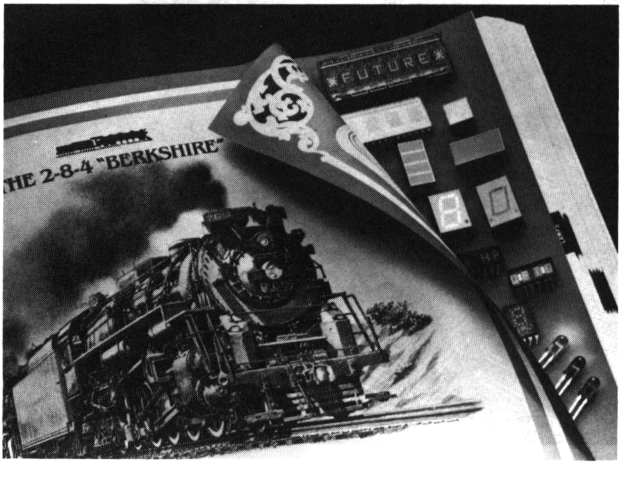
Pour retrouver les produits qui vous intéressent, vous pouvez utiliser trois méthodes :

- la table des matières pour les retrouver à l'aide de leur description générale,
- l'index alphanumérique qui vous permet de les retrouver grâce à leurs références,
- le guide de sélection de chaque ligne de produits, pour faire un choix en se basant sur quelques critères très généraux.

Garantie

Les composants Hewlett-Packard sont garantis contre tout vice de matière et de fabrication, pour une durée d'un an à partir de la date de livraison (dans le cas des fibres optiques et des lecteurs de codes-barres, 90 jours à partir de la date de livraison). Hewlett-Packard s'engage à remplacer les composants qui se révèleraient défectueux pendant la période de garantie. Cette garantie couvre les pièces et la main-d'œuvre. Elle disparaît en cas d'utilisation en dehors des spécifications, de modifications ou de maintenance par un centre non reconnu par Hewlett-Packard. Elle n'est applicable qu'aux clients de Hewlett-Packard.

LA RESPONSABILITE DE HEWLETT-PACKARD NE PEUT ETRE ENGAGEE DANS LE CAS D'UNE APPLICATION PARTICULIERE. LA SOCIETE NE PEUT ETRE TENUE POUR RESPONSABLE DES DOMMAGES INDIRECTS.



Comment utiliser ce catalogue

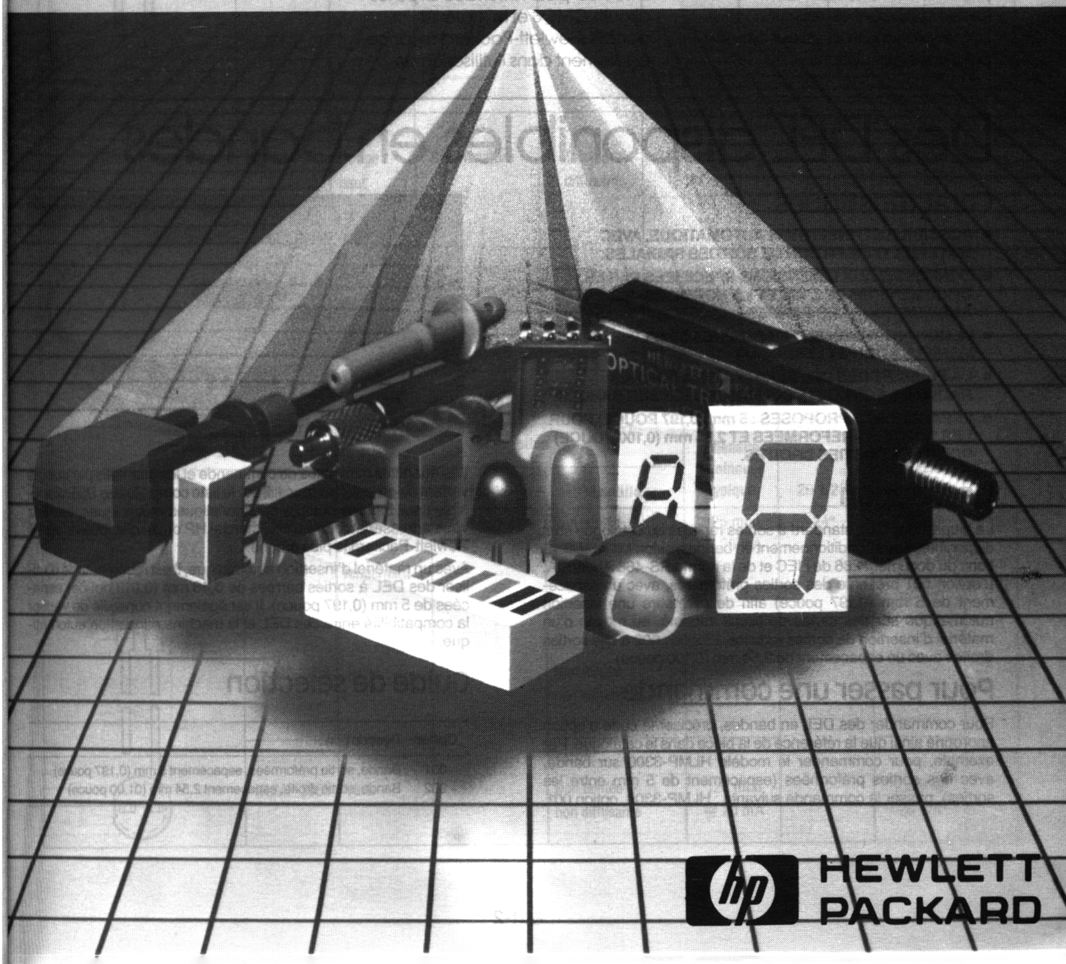
Garantie

Comment utiliser ce catalogue ?

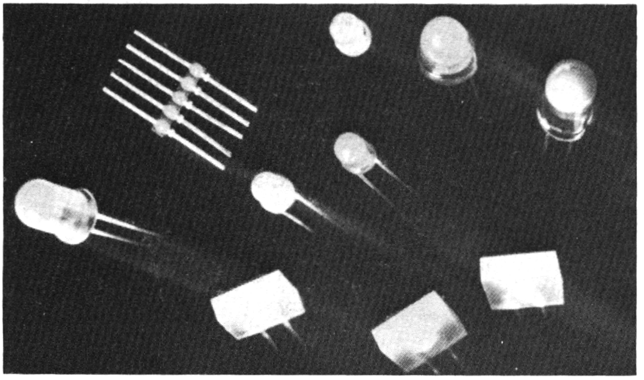


1. Diodes électroluminescentes

- DEL à faible consommation
- DEL rouges haut rendement, jaunes et vertes
- Voyants à angle droit
- DEL ∅ 5 mm (T-1 3/4) et ∅ 3 mm (T-1)
- DEL rectangulaires et subminiatures
- DEL à résistance intégrée
- DEL hermétiques
- Kit de montage sur panneau
- Emetteurs



Les diodes électroluminescentes



Les nouveaux produits de ce catalogue sont caractéristiques de la large gamme de DEL produites par Hewlett-Packard. Parmi ceux-ci l'accent est mis sur l'amélioration de la valeur ajoutée pour vos applications personnalisées. Un exemple : une série de DEL à faible consommation, faible puissance à 2 mA cc pour l'interface avec les circuits CMOS et le matériel portatif. Hewlett-Packard se lance également dans l'utilisation de matériel d'insertion automatique et présente dans ce catalogue la possibilité de fournir la plupart des DEL du catalogues sur bandes. Pour plus de détails reportez-vous à la fiche technique correspondante.

Un autre exemple, tendant à démontrer la volonté de HP de faciliter les manipulations mécaniques pour ses clients est la nouvelle série de voyants d'état à angle droit, associant aux DEL des connexions déjà réalisées dans un boîtier plastique moulé à assise plane. La famille de DEL HP est complétée par une série de composants à résistances intégrées pour fonctionnement direct en 5 V et 12 V.

Des DEL disponibles en bandes

Caractéristiques

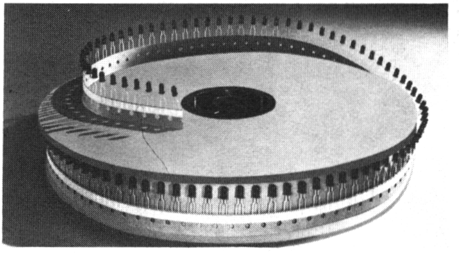
- **POSSIBILITE D'INSERTION AUTOMATIQUE, AVEC MATERIEL D'INSERTION DE SORTIES RADIALES.**
- **CONFORME AUX DIMENSIONS SPECIFIEES PAR LE DOCUMENT 286 DE L'IEC ET LA NORME RS-468 ANSI/EIA POUR LES BANDES.**
- **LE CONDITIONNEMENT EN BOBINES SIMPLIFIE LA MANIPULATION ET LES ESSAIS.**
- **LA PLUPART DES DEL PLASTIQUES A SORTIES RADIALES SONT DEJA CONDITIONNEES SUR BANDES.**
- **ESPACEMENTS PROPOSES : 5 mm (0,197 POUCE) POUR LES SORTIES PREFORMEES ET 2,54 mm (0,100 POUCE) POUR LES SORTIES DROITES.**

Description

La plupart des DEL standard à sorties radiales du catalogue sont disponibles sous conditionnement en bandes, selon les spécifications du document 286 de l'IEC et de la norme RS-468 ANSI/EIA. L'option 001 présente des sorties préformées, avec un espacement de 5 mm (0,197 pouce) afin de permettre une insertion automatique sur des cartes de circuit imprimé, au moyen d'un matériel d'insertion de sorties radiales. L'option 002 a des sorties droites avec un espacement de 2,54 mm (0,100 pouce).

Pour passer une commande

Pour commander des DEL en bandes, préciser le code d'option approprié ainsi que la référence de la pièce dans le catalogue. Par exemple, pour commander le modèle HLMP-3300 sur bande, avec des sorties préformées (espacement de 5 mm entre les sorties), passer la commande suivante : HLMP-3300, option 001.



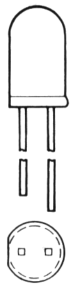
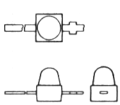
Les quantités minimales de commande et les quantités par bobine varient selon les références. Pour la liste complète des DEL disponibles sur bandes et leurs caractéristiques mécaniques, veuillez vous adresser au bureau commercial HP ou au distributeur agréé Hewlett-Packard le plus proche.

Avec un matériel d'insertion automatique, il est recommandé d'utiliser des DEL à sorties carrées de 0,46 mm (0,018 pouce) espacées de 5 mm (0,197 pouce). Il est également conseillé de vérifier la compatibilité entre ces DEL et la machine d'insertion automatique.

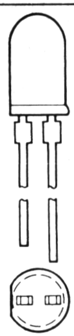
Guide de sélection

Option	Description
001	Bande, sortie préformées, espacement 5 mm (0,197 pouce)
002	Bande, sortie droite, espacement 2,54 mm (01,00 pouce)

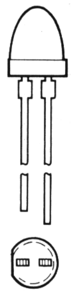
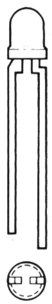
DEL faible intensité

Modèle		Description			Intensité lumineuse typique	2θ 1/2 (1)	Tension directe typique	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur (2)	Boîtier	Lentille				
	HLMP-4700	Rouge haut rendement	Ø5 mm T-1 3/4	Teintée diffusante	2.0 mcd @ 2 mA	50°	1.8 V @ 20 mA	1-11
	HLMP-4719	Jaune			1.8 mcd @ 2 mA		1.9 V @ 2 mA	
	HLMP-1700	Rouge haut rendement	Ø3 mm T-1	Teintée diffusante	1.8 mcd @ 2 mA	50°	1.8 V @ 2 mA	
	HLMP-1719	Jaune			1.6 mcd @ 2 mA		1.9 V @ 2 mA	
	HLMP-7000	Rouge haut rendement	Subminiature	Teintée diffusante	0.8 mcd @ 2 mA	70°	1.8 V @ 2 mA	
	HLMP-7019	Jaune			0.6 mcd @ 2 mA		1.9 V @ 2 mA	

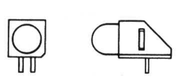
DEL ultra-lumineuses

Modèle		Description			Intensité lumineuse typique	2θ 1/2 (1)	Tension directe typique	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur (2)	Boîtier	Lentille				
	HLMP-3750	Rouge haut rendement	Ø 5 mm T-1 3/4	Non teintée non diffusante	125 mcd @ 20 mA	24°	2.2 V @ 20 mA	1-15
	HLMP-3850	Jaune		Non teintée non diffusante	140 mcd @ 20 mA			
	HLMP-3950	Verte		Non teintée non diffusante	120 mcd @ 20 mA		2.3 V @ 20 mA	

DEL ultra-lumineuses (suite)

Modèle		Description			Intensité lumineuse typique	2θ 1/2[1]	Tension directe typique	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur[2]	Boîtier	Lentille				
	HLMP-3390	Rouge haut rendement	∅ 5 mm T-1 3/4 profil bas	Non teintée non diffusante	55 mcd @ 20 mA	32°	2.2 V @ 20 mA	1-15
	HLMP-3490	Jaune		Non teintée non diffusante				
	HLMP-3590	Verte		Non teintée non diffusante			2.3 V @ 20 mA	
	HLMP-1340	Rouge haut rendement	∅ 3 mm T-1	Non teintée non diffusante	35 mcd @ 20 mA	45°	2.2 V @ 20 mA	
	HLMP-1440	Jaune		Non teintée non diffusante				
	HLMP-1540	Verte		Non teintée non diffusante			2.3 V @ 20 mA	

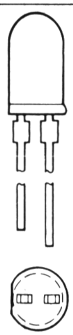
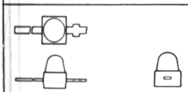
Voyants à angle droit sans résistance limitatrice de courant intégrée

Modèle		Description			Intensité lumineuse typique	2θ 1/2[1]	Tension directe typique	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur	Boîtier	Lentille				
	HLMP-5000	Rouge (640 nm)	∅ 5 mm T-1 3/4 Voyant à angle droit	Rouge diffusante	4.0 mcd @ 20 mA	75°	1.6 V @ 20 mA	1-19
	HLMP-5030	Rouge haut rendement (626 nm)			6.0 mcd @ 10 mA	65°	2.2 V @ 10 mA	
	HLMP-5040	Jaune (585 nm)		Jaune diffusante	6.0 mcd @ 10 mA	75°		
	HLMP-5050	Verte (569 nm)		Verte diffusante	6.0 mcd @ 20 mA		12 mA @ 5 V	

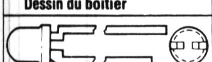
Voyants à angle droit avec résistance limitatrice de courant intégrée

Modèle		Description			Intensité lumineuse typique	2θ 1/2[1]	Tension directe typique	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur[2]	Boîtier	Lentille				
	HLMP-5012	Rouge (640 nm)	Ø 5 mm T-1 3/4 Voyant à angle droit	Rouge diffusante	2 mcd @ 12 V	75°	13 mA @ 12 V	1-19
	HLMP-5005				2 mcd @ 5 V		13 mA @ 5 V	
	HLMP-5060	Rouge haut rendement (626 nm)			4 mcd @ 5 V	65°	10 mA @ 5 V	
	HLMP-5070	Jaune (585 nm)		Jaune diffusante		75°		
	HLMP-5080	Verte (569 nm)		Verte diffusante			12 mA @ 5 V	

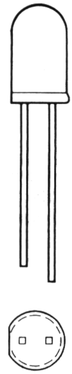
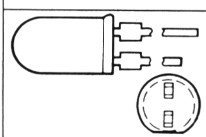
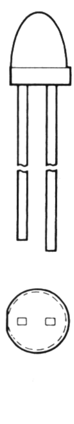
DEL à résistance intégrée

Modèle		Description			Intensité lumineuse typique	2θ 1/2[1]	Tension directe typique	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur	Boîtier	Lentille				
	HLMP-1100	Rouge (640 nm)	Ø 3 mm T-1[4] 3/4	Teintée diffusante	1.5 mcd @ 5 V	60°	13 mA @5 V	1-21
	HLMP-1120			Non teintée diffusante		70°		
	HLMP-1600	Rouge haut rendement (626 nm)		Teinté diffusante	4 mcd @ 5 V	60°	10 mA @ 5 V	1-21
	HLMP-1601				4 mcd @ 12 V		13 mA @ 12 V	
	HLMP-1620	Jaune (585 nm)			4 mcd @ 5 V		13 mA @ 5 V	
	HLMP-1621				4 mcd @ 12 V		10 mA @ 12 V	
	HLMP-1640	Verte (569 nm)			4 mcd @ 5 V		12 mA @ 5 V	
	HLMP-1641				4 mcd @ 12 V		13 mA @ 12 V	
	HLMP-3105	Rouge (640 nm)	Ø 5 mm T-1 3/4[3]		4 mcd @ 5 V	75°	10 mA @ 5 V	
	HLMP-3112				4 mcd @ 12 V		13 mA @ 12 V	
	HLMP-3600	Rouge haut rendement (640 nm)			4 mcd @ 5 V	65°	10 mA @ 5 V	
	HLMP-3601				4 mcd @ 12 V		13 mA @ 12 V	
	HLMP-3650	Jaune (585 nm)			4 mcd @ 5 V	75°	10 mA @ 5 V	
	HLMP-3651				4 mcd @ 12 V		13 mA @ 12 V	
	HLMP-3680	Verte (569 nm)			4 mcd @ 5 V		12 mA @ 5 V	
	HLMP-3681				4 mcd @ 12 V		13 mA @ 12 V	
	HLMP-6600	Rouge haut rendement (626 nm)	Sorties radiales subminiatures	Rouge diffusante	2.4 mcd @ 5 V	90°	9.6 mA @ 5 V	1-25
	HLMP-6620				0.6 mcd @ 5 V		3.5 mA @ 5 V	

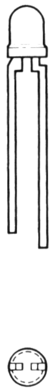
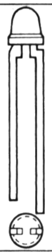
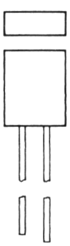
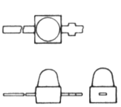
DEL à seuil de détection

Modèle		Description			Intensité lumineuse typique	2θ 1/2[1]	Tension directe typique	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur	Boîtier	Lentille				
	HLMP-1142	Rouge (640 nm)	Ø 3 mm T-1[4]	Rouge diffusante	0.7 mcd @ 2.75 V	60°	13 mA @ 2.75 V	1-27

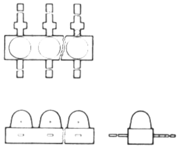
DEL rouges haut rendement, jaunes, vertes hautes performances

Modèle		Description			Intensité lumineuse typique	2θ 1/2(1)	Tension directe typique	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur(2)	Boîtier	Lentille				
	HLMP-3300	Rouge haut rendement (626 nm)	∅ 5 mm T-1 3/4(3)	Rouge diffusante	3.5 mcd @ 10 mA	65°	2.2 V @ 10 mA	1-32
	HLMP-3301				7.0 mcd @ 10 mA			
	HLMP-4600				10.0 mcd @ 20 mA	32°		1-29
	HLMP-4601				20.0 mcd @ 20 mA			
	HLMP-3315			Rouge non diffusante	18.0 mcd @ 10 mA	35°		1-32
	HLMP-3316				30.0 mcd @ 10 mA			
	HLMP-3400	Jaune (585 nm)		Jaune diffusante	4.0 mcd @ 10 mA	75°		
	HLMP-3401				8.0 mcd @ 10 mA			
	HLMP-3401				8.0 mcd @ 10 mA			
	HLMP-3415			Jaune non diffusante	18.0 mcd @ 10 mA	35°		
	HLMP-3416				30.0 mcd @ 10 mA			
	HLMP-3502	Verte (569 nm)		Verte diffusante	6.0 mcd @ 20 mA	75°	2.3 V @ 20 mA	
	HLMP-3507				12.0 mcd @ 20 mA			
	HLMP-3517			Verte non diffusante	25.0 mcd @ 20 mA	24°		
	HLMP-3519				50.0 mcd @ 20 mA			
	HLMP-4610 [1]	Rouge haut rendement (626 nm)	Connexions renforcées	Rouge diffusante	10.0 mcd @ 20 mA	32°	2.2 V @ 10 mA	1-29
	HLMP-3350	Rouge haut rendement (626 nm)	∅ 5 mm T-1 3/4 Profil bas	Rouge diffusante	3.5 mcd @ 10 mA	50°	2.2 V @ 10 mA	1-36
	HLMP-3351				7.0 mcd @ 10 mA			
	HLMP-3365			Rouge non diffusante	10.0 mcd @ 10 mA	45°		
	HLMP-3366				18.0 mcd @ 10 mA			
	HLMP-3450	Jaune (585 nm)		Jaune diffusante	4.0 mcd @ 10 mA	50°		
	HLMP-3451				10.0 mcd @ 10 mA			
	HLMP-3465			Jaune non diffusante	12.0 mcd @ 10 mA	45°		
	HLMP-3466				18.0 mcd @ 10 mA			
	HLMP-3553	Verte (569 nm)		Verte diffusante	8.0 mcd @ 20 mA	50°	2.4 V @ 20 mA	
	HLMP-3554				15.0 mcd @ 20 mA			
	HLMP-3567			Verte non diffusante	15.0 mcd @ 20 mA	40°		
	HLMP-3568				35.0 mcd @ 20 mA			

DEL rouges haut rendement, jaunes, vertes hautes performances (suite)

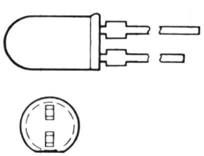
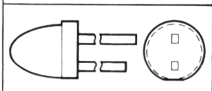
Modèle		Description			Intensité lumineuse typique	2θ 1/2[1]	Tension directe typique	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur[2]	Boîtier	Lentille				
	HLMP-1300	Rouge haut rendement (626 nm)	∅ 3 mm T-1[4]	Rouge diffusante	2.0 mcd @ 10 mA	60°	2.2 V @ 10 mA	1-44
	HLMP-1301				2.5 mcd @ 10 mA			
	HLMP-1302				4.0 mcd @ 10 mA			
	HLMP-1320			Non teintée non diffusante	12 mcd @ 10 mA	45°		
	HLMP-1321			Rouge non diffusante				
	HLMP-1400	Jaune (585 nm)		Jaune diffusante	2.0 mcd @ 10 mA	60°		
	HLMP-1401				3.0 mcd @ 10 mA			
	HLMP-1402				4.0 mcd @ 10 mA			
	HLMP-1420			Non teintée non diffusante	12 mcd @ 10 mA	45°		
	HLMP-1421			Jaune non diffusante				
	HLMP-1503	Verte (569 nm)		Verte diffusante	5.0 mcd @ 20 mA	60°	2.3 V @ 20 mA	
	HLMP-1523				10.0 mcd @ 20 mA			
	HLMP-1520			Non teintée non diffusante	12 mcd @ 20 mA	45°		
	HLMP-1521			Jaune non diffusante				
	HLMP-1350	Rouge haut rendement (626 nm)	∅ 3 mm T-1 Profil bas[4]	Rouge diffusante	2.0 mcd @ 10 mA	54°	2.2 V @ 10 mA	1-48
	HLMP-1450	Jaune (585 nm)		Jaune non diffusante				
	HLMP-1550	Verte (569 nm)		Verte diffusante	2.0 mcd @ 20 mA		2.3 V @ 20 mA	
	HLMP-0300	Rouge haut rendement (626 nm)	Rectangulaire	Rouge diffusante	2.5 mcd @ 20 mA	100°	2.5 V @ 20 mA	1-51
	HLMP-0301				5.0 mcd @ 20 mA			
	HLMP-0400	Jaune (585 nm)		Jaune diffusante	2.5 mcd @ 20 mA			
	HLMP-0401				5.0 mcd @ 20 mA			
	HLMP-0503	Verte (569 nm)		Verte diffusante	2.5 mcd @ 20 mA		2.3 V @ 20 mA	
	HLMP-0504				5.0 mcd @ 20 mA			
	HLMP-6300	Rouge haut rendement (626 nm)	Subminiature	Rouge diffusante	3.0 mcd @ 10 mA	80°	2.2 V @ 10 mA	1-54
	HLMP-6400	Jaune (585 nm)		Jaune diffusante		90°		
	HLMP-6500	Verte (569 nm)		Verte diffusante		70°	2.3 V @ 10 mA	

DEL rouges haut rendement, jaunes, vertes hautes performances (suite)

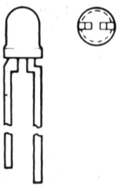
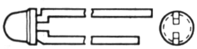
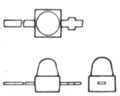
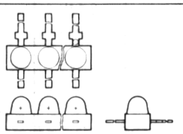
Modèle		Description				Intensité lumineuse typique	2θ 1/2[1]	Tension directe typique	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur[2]	Boîtier	*	Lentille				
	HLMP-6653 HLMP-6654 HLMP-6655 HLMP-6656 HLMP-6658	Rouge haut rendement (626 nm)	Réseau submi-niature	3 4 5 6 8	Rouge diffusante	3.0 mcd @ 10 mA	80°	2.2 V @ 10 mA	1-58
	HLMP-6753 HLMP-6754 HLMP-6755 HLMP-6756 HLMP-6758	Jaune (585 nm)	Réseau submi-niature	3 4 5 6 8	Jaune diffusante		90°		
	HLMP-6853 HLMP-6854 HLMP-6855 HLMP-6856 HLMP-6858	Verte (569 nm)	Réseau submi-niature	3 4 5 6 8	Verte diffusante		70°	2.3 V @ 10 mA	

* Longueur du réseau

DEL rouges

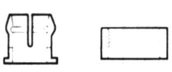
Modèle		Description			Intensité lumineuse typique	2θ 1/2[1]	Tension directe typique	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur[2]	Boîtier	Lentille				
	HLMP-3000	Rouge (640 nm)	∅ 5 mm T-1 3/4[3]	Rouge diffusante	2.0 mcd @ 20 mA	75°	1.6 V @ 20 mA	1-42
	HLMP-3001				4.0 mcd @ 20 mA			
	HLMP-3002		Connexions minces		3.0 mcd @ 20 mA			
	HLMP-3050		Connexions minces	Rouge teintée non diffusante	2.5 mcd @ 20 mA	24°		
	HLMP-3200		∅ 0,5 mm T-1 3/4 Profil bas	Rouge diffusante	2.0 mcd @ 20 mA	60°		1-36
	HLMP-3201				4.0 mcd @ 20 mA			

DEL rouges (suite)

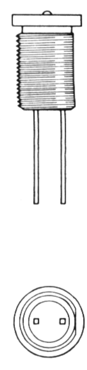
Modèle		Description				Intensité lumineuse typique	2θ 1/2(1)	Tension directe typique	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur(2)	Boîtier	*	Lentille				
	HLMP-1000	Rouge (640 nm)	∅ 3 mm T-1(4)		Rouge diffusante	1.0 mcd @ 10 mA	125°	1.6 V @ 20 mA	1-49
	HLMP-1002					2.5 mcd @ 20 mA			
	HLMP-1080				Non teintée diffusante	1.5 mcd @ 20 mA			
	HLMP-1071				Non teintée non diffusante	2.0 mcd @ 20 mA	80°		
	HLMP-1200		∅ 3 mm T-1(4) Profil bas		Non teintée non diffusante	1.0 mcd @ 20 mA	120°		
	HLMP-1201					2.5 mcd @ 20 mA			
	HLMP-6000		Subminiature		Rouge diffusante	1.0 mcd @ 10 mA	45°	1.6 V @ 10 mA	1-54
	HLMP-6001					1.5 mcd @ 10 mA			
	HLMP-6203		Subminiature	3	Rouge diffusante	1.2 mcd @ 10 mA			1-58
	HLMP-6204			4					
	HLMP-6205			5					
	HLMP-6206			6					
	HLMP-6208			8					

* Longueur du réseau

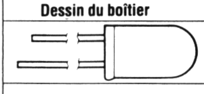
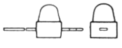
Pièces de montage

Dessin du boîtier	Référence	Description	Page
	HLMP-0103	Clip et anneau de retenue pour DEL ∅ 5 mm T-1 3/4	1-62
	HLMP-5029	Boîtier à angle droit pour DEL ∅ 5 mm T-1 3/4	1-63

DEL hermétiques et haute fiabilité

Modèle		Description			Intensité lumineuse typique	2θ 1/2[1]	Tension directe typique	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur[2]	Boîtier	Lentille				
	1N5765 JAN1N5765[4] JANTX1N5765[4]	Rouge (640 nm)	Hermétique TO-46[3]	Rouge diffusante	0.5 mcd @ 20 mA	70°	1.6 V @ 20 mA	1-64
	1N6092 JAN1N6092[4] JANTX1N6092[4]	Rouge haut rendement (626 nm)			1.0 mcd @ 20 mA		2.0 V @ 20 mA	
	1N6093 JAN1N6093[4] JANTX1N6093[4]	Jaune (585 nm)		Jaune diffusante				
	1N6094 JAN1N6094[4] JANTX1N6094[4]	Verte (572 nm)		Verte diffusante	0.8 mcd @ 25 mA		2.1 V @ 20 mA	
	HLMP-0930 HLMP-0931	Rouge (640 nm)	A monter sur panneau	Rouge diffusante	0.5 mcd @ 20 mA		1.6 V @ 20 mA	
	M19500/519-01[4] M19500/519-02[4]	Rouge haut rendement (626 nm)			1.0 mcd @ 20 mA		2.0 V @ 20 mA	
	M19500/520-01[4] M19500/520-02[4]	Jaune (585 nm)		Jaune diffusante				
	M19500/521-01[4] M19500/521-02[4]	Verte (572 nm)		Verte diffusante	0.8 mcd @ 25 mA		2.1 V @ 20 mA	

Composants émetteurs

Dessin du boîtier	Référence	Description	Features	Page
	HEMT-3300	Emetteur haute intensité 670 nm	• Emission visible (proche des infrarouges). Facilite l'alignement • Compatible avec la plupart des phototransistors et photodiodes au silicium	1-70
	HEMT-6000	Emetteur subminiature haute intensité 700 nm		1-72

NOTES :
1. θ 1/2 est l'angle pour lequel l'intensité lumineuse est la moitié de celle de l'axe principal.
2. Longueur d'onde dominante.
3. Montable sur carte de circuits imprimés
4. Qualifications et agrément pour toutes applications militaires de grande fiabilité. (Le suffixe-01 correspond au niveau JAN et le suffixe-02 au niveau JANTX).

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

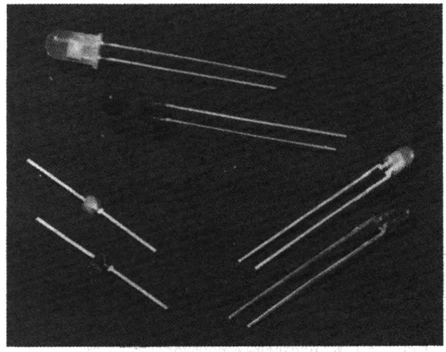
DEL A FAIBLE COURANT

T-1 3/4 (5 mm) HLMP-4700,-4719
T-1 (3 mm) HLMP-1700,-1719
HLMP-7000,-7019

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- FAIBLE COURANT
- HAUT RENDEMENT
- COMPATIBLE CMOS/MOS
- COMPATIBLE TTL
- LARGE ANGLE DE VISION
- CHOIX DE PRÉSENTATIONS
- COULEURS DIFFÉRENTES



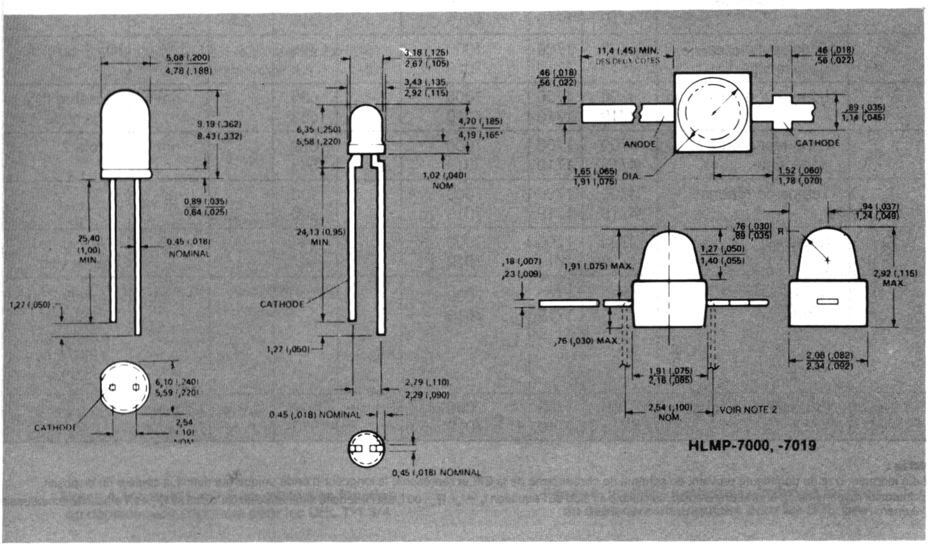
Applications

- CIRCUITS CC A BASSE PUISSANCE
- INDICATEURS DE TÉLÉCOMMUNICATIONS
- ÉQUIPEMENT PORTABLE
- INDICATEURS DE CLAVIER

Description

Ces DEL diffusantes et teintées ont été conçues et optimisées spécifiquement pour des circuits à faible courant continu. L'intensité lumineuse et la tension directe sont contrôlées à 2 mA pour garantir une brillance constante aux niveaux du courant de sortie des TTL. Le semi-conducteur est du phosphure d'arseniure de gallium sur du phosphure de gallium. Les HLMP-4700, -1700, -7000 sont des DEL rouges. Les HLMP-4719, -1719 et -7019 sont des DEL jaunes.

Dimensions



INTENSITÉ LUMINEUSE AXIALE ET ANGLE DE VISION A 25°C

Référence HLMP	Description	Couleur	I_V (mcd) @ 2 mA DC		2Θ 1/2[1]	Description de la présentation
			Min.	Type		
– 4700 – 4719	T-1 3/4 Teintée diffusante	Rouge Jaune	1,2 1,2	2 1,8	50°	A
– 1700 – 1719	T-1 Teintée/ diffusante	Rouge Jaune	1 1	1,8 1,6	50°	B
– 7000 – 7019	Subminiature teintée diffusante	Rouge Jaune	0,4 0,4	0,8 0,6	70°	C

Notes :
1. Θ1/2 est l'angle typique hors axe auquel l'intensité lumineuse est égale à la moitié de l'intensité lumineuse dans l'axe.

Valeurs limites absolues

Paramètre	Valeur nominale maximale		Unités
Dissipation de puissance (diminuée linéairement à partir de 92°C à raison de 1 mA/°C)	Rouge Jaune	27 24	mW
Courant direct, continu et crête	7		mA
Courant direct transitoire (impulsions de 10 ms)	500		mA
Température de travail et de stockage	– 55° C à + 100° C		
Température de soudage des fils (1,6 mm du corps)	260°C pendant 5 secondes (T-1, T-1 3/4) 260° C pendant 3 secondes (subminiature)		

Caractéristiques électriques et optiques pour $T_A = 25°C$

Symbole	Description	T-1 3/4	T-1	Subminiature	Min.	Type	Max.	Unités	Condition du test
V_F	Tension directe	4700 4719	1700 1719	7000 7019		1,8 1,9	2,2 2,7	V	2 mA
BV_R	Tension inverse de claquage	4700 4719	1700 1719	7000 7019	5 5	30 40		V	$I_R = 50\ \mu A$
λ P	Longueur d'onde crête	4700 4719	1700 1719	7000 7019		635 583		nm	Mesure faite à la crête
λ D	Longueur d'onde dominante	4700 4719	1700 1719	7000 7019		629 585		nm	Note 2
T_S	Temps de réponse	4700 4719	1700 1719	7000 7019		100 200		ns	
C	Capacité	4700 4719	1700 1719	7000 7019		4 4		pF	$V_F = 0$ f = 1 MHz
Θ_{JC}	Résistance thermique	4700 4719	1700 1719	7000 7019		190		°C/W	Jonction au conducteur cathodique à 0,079 mm du corps
η_v	Efficacité lumineuse	4700 4719	1700 1719	7000 7019		147 570		Lumens/Watt	Note 3

Notes :
2. La longueur d'onde dominante provient du schéma de chromaticité de la CIE et représente la longueur d'onde unique qui définit la couleur du dispositif.
3. Intensité rayonnante, I_e, en watts/steradian, calculable à l'aide de l'équation $I_e = I_v / \eta_v$, où I_v est l'intensité lumineuse en candelas et η_v est l'efficacité lumineuse en lumens/watt.

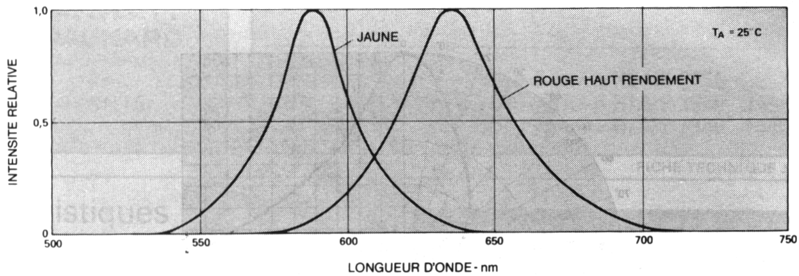


Figure 1 .Intensité relative en fonction de la longueur d'onde

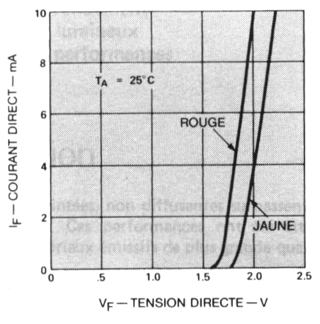


Figure 2. Çourant direct en fonction de la tension directe

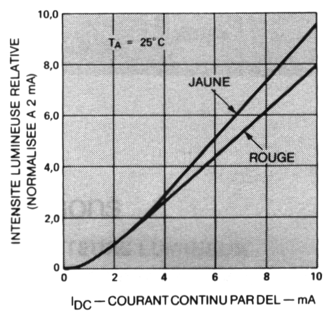


Figure 3 - Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

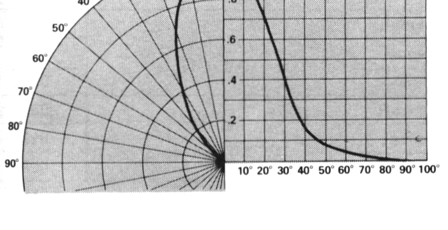


Figure 4. Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire pour les DEL T-1 3/4

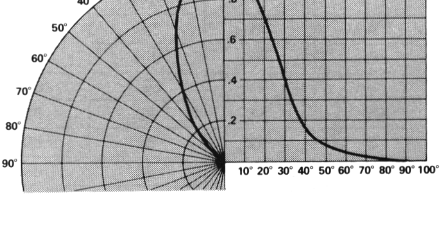


Figure 5. Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire pour les DEL T-1

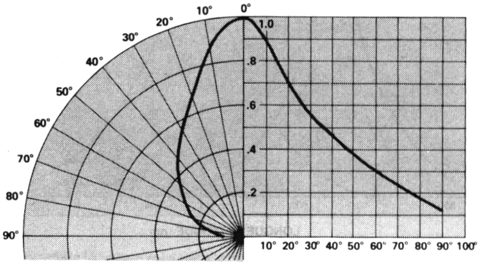


Figure 6. Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire pour les DEL subminiatures.

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

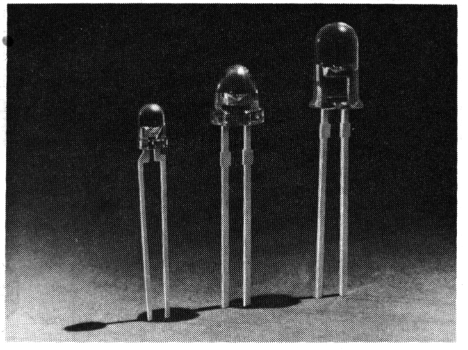
DEL ULTRA-LUMINEUSES

φ 5 mm • HLMP-3750, -3850, -3950
φ 5 mm, PROFIL BAS • HLMP-3390, -3490, -3590
φ 3 mm • HLMP-1340, -1440, -1540

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **LUMINOSITE AMELIOREE**
- **COULEUR AMELIOREE**
- **DISPONIBLES EN 3 ET 5 mm DE DIAMETRE**
- **PATTES RENFORCEES**
- **COMPATIBLES CIRCUITS INTEGRES FONCTIONNANT SOUS FAIBLE COURANT**
- **FIABLES ET ROBUSTES**
- **TROIS COULEURS AU CHOIX**
  Rouge haut rendement
  Jaune super lumineux
  Vert hautes performances



Description

Ces DEL non teintées, non diffusantes surpassent les DEL conventionnelles. Ces performances ont été atteintes en utilisant des matériaux émissifs de plus grande qualité.

Les DEL des séries HLMP-3750, -3390, -1340 sont des diodes au GaAsP sur GaP, émettant dans le rouge. Les DEL des séries HLMP-3850, -3490, -1440 sont des diodes au GaAsP sur GaP émettant dans le jaune. Les DEL des séries HLMP-3950, -3590, -1540 sont des diodes au GaP émettant dans le vert.

Applications

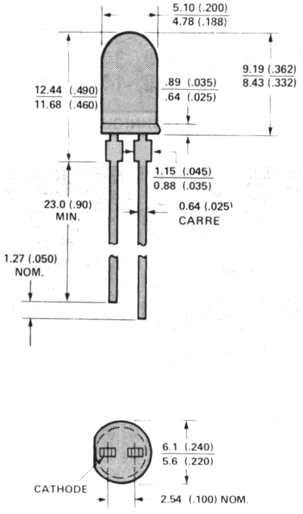
- **COMMUTATEURS LUMINEUX**
- **ECLAIRAGE DE PANNEAUX AVANT PAR TRANSPARENCE**
- **CONDUITS DE LUMIERE**
- **TOUCHES LUMINEUSES**

Intensité lumineuse axiale et angle d'ouverture du faisceau à 25°C

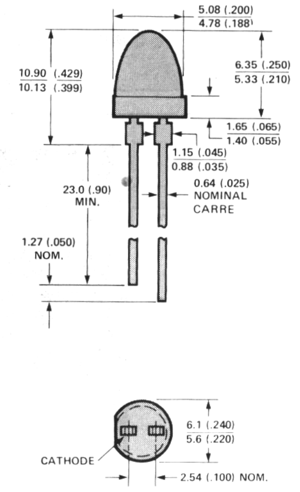
Réf. HLMP-	Description	Couleur	I_V (mcd) à 20 mA CC		$2\Theta_{1/2}$ (Note)	Dessin boîtier
			Min.	Type		
3750	φ 5 mm (T-1 3/4)	Rouge	80	125	24°	A
3850		Jaune	80	140	24°	A
3950		Vert	80	120	24°	A
3390	φ 5 mm (profil bas, T-1 3/4)	Rouge	35	55	32°	B
3490		Jaune	35	55	32°	B
3590		Vert	35	55	32°	B
1340	φ 3 mm (T-1)	Rouge	24	35	45°	C
1440		Jaune	24	35	45°	C
1540		Vert	24	35	45°	C

Note :
$\Theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité lumineuse est moitié de celle mesurée sur l'axe principal

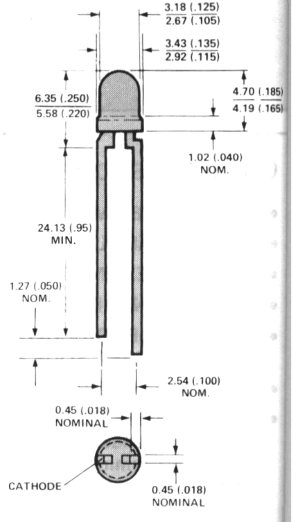
Dimensions



DESSIN «A»
HLMP-3750, -3850, -3950



DESSIN «B»
HLMP-3390, -3490, -3590



DESSIN «C»
HLMP-1340, -1440, -1540

NOTES :
1. TOUTES DIMENSIONS EN MM ET (POUCES).
2. PATTES ARGENTEES. VOIR BULLETIN D'APPLICATIONS 3.
3. UNE EXCROISSANCE DE 1 MM D'EPAISSEUR PEUT SE PRODUIRE AU NIVEAU DE LA SORTIE DES BROCHES.

Valeurs limites absolues à $T_A = 25°C$

Paramètre	Rouge	Jaune	Vert	Unité
Courant direct crête	90	60	90	mA
Courant direct moyen (1)	25	20	25	mA
Courant CC (2)	30	20	30	mA
Dissipation (3)	135	85	135	mW
Température de fonctionnement	− 55 à + 100	− 55 à + 100	− 40 à + 100	°C
Température de stockage			− 55 à + 100	
Température de soudage (à 1,6 mm du boîtier)	260°C pendant 5 s			

Notes :
1. Se reporter à la figure 2 pour établir les conditions de fonctionnement en impulsions
2. Pour les DEL rouges et vertes, réduire le courant de 0,5 mA/°C au-dessus de 50°C. Pour les DEL jaunes, réduire le courant de 0,2 mA/°C au-dessus de 50°C
3. La dissipation des DEL rouges et vertes diminue de 1,8 mW/°C au-dessus de 25°C, celle des DEL jaunes diminue de 1,6 mW/°C au-dessus de 50°C

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Symbole	Description	ϕ 5 mm	ϕ 5 mm profil bas	ϕ 3 mm	Min.	Typ.	Max.	Unité	Condition de mesure
λ_p	Longueur d'onde crête	3750 3850 3950	3390 3490 3590	1340 1440 1540		635 583 565		nm	Mesuré à crête
λ_d	Longueur d'onde dominante	3750 3850 3950	3390 3990 3590	1340 1440 1540		629 585 569		nm	Note 1
T_S	Temps de réponse	3750 3850 3950	3390 3490 3590	1340 1440 1540		90 90 500		ns	
C	Capacité	3750 3850 3950	3390 3490 3590	1340 1440 1540		16 18 18		pF	$V_F = 0, f = 1$ MHz
Θ_{JC}	Résistance thermique	3750 3850 3950	3390 3490 3590	1340 1440 1540		140 140 140 95 95 95		°C/W	Jonction/broche cathode (à 0,8 mm du boîtier)
V_F	Tension directe	3750 3850 3950	3390 3490 3590	1340 1440 1540	1,6 1,6 1,6	2,2 2,2 2,3	3 3 3	V	$I_F = 20$ mA (Figure 3)
B_{VR}	Tension inverse	3750 3850 3950	3390 3490 3590	1340 1440 1540	5			V	$I_F = 100\ \mu A$
η_v	Rendement lumineux	3750 3850 3950	3390 3490 3590	1340 1440 1540		147 570 630		lm/W	Note 2

Notes :

1. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE
2. L'intensité radiante, I_e, en W/st, peut être calculée à partir de l'équation : $I_e = I_v/\eta_v$, pour laquelle I_v est l'intensité lumineuse en candelas et η_v le rendement lumineux en lumens/watt

ROUGE, JAUNE ET VERT

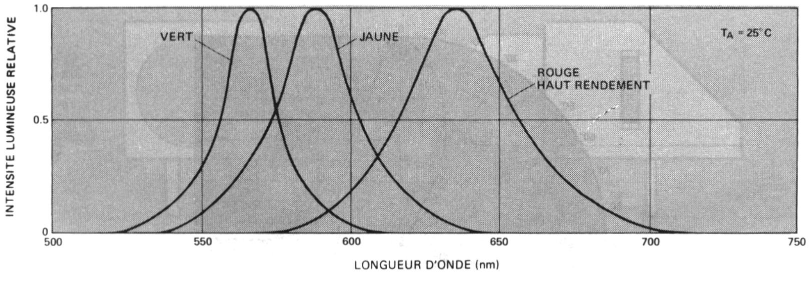


FIGURE 1 — Intensité lumineuse relative en fonction de la longueur d'onde

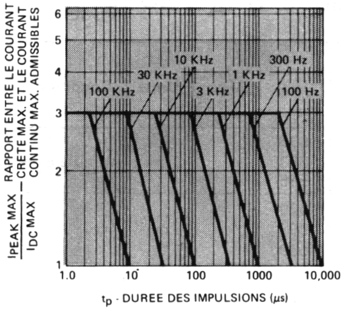


FIGURE 2 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

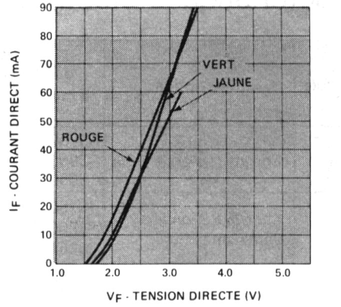


FIGURE 3 — Courant direct en fonction de la tension directe

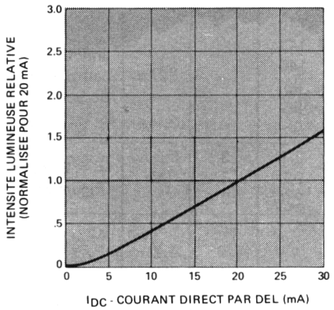


FIGURE 4 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

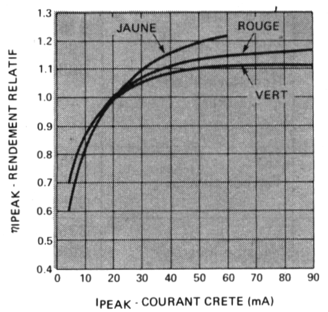


FIGURE 5 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

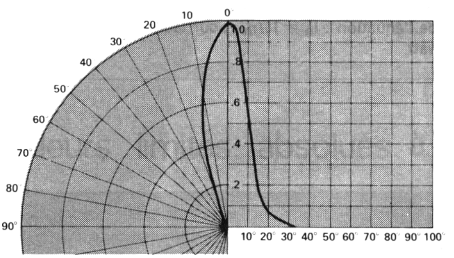


FIGURE 6 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire, boîtier ϕ 5 mm (T-1 3/4)

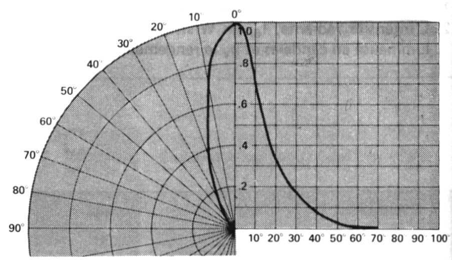


FIGURE 7 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire, boîtier ϕ 5 mm (T-1 3/4), profil bas

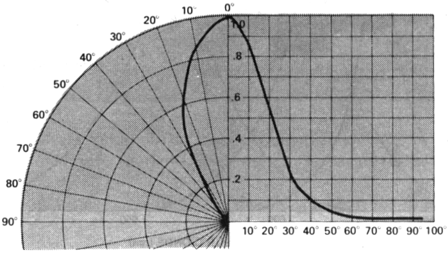


FIGURE 8 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire, boîtier ϕ 3 mm (T-1)

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

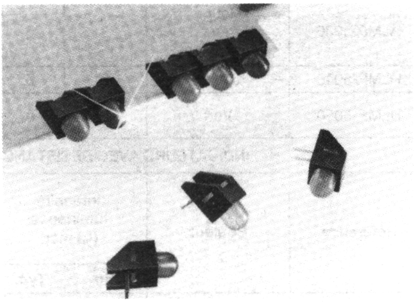
VOYANTS A DEL A ANGLES DROITS T-1 3/4 (5 mm)

ROUGE	HLMP-5000	HER*	HLMP-5030	HER*5 V	HLMP-5060
ROUGE 5 V	HLMP-5005	JAUNE	HLMP-5040	JAUNE 5 V	HLMP-5070
ROUGE 12 V	HLMP-5012	VERT	HLMP-5050	VERT 5 V	HLMP-5080

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

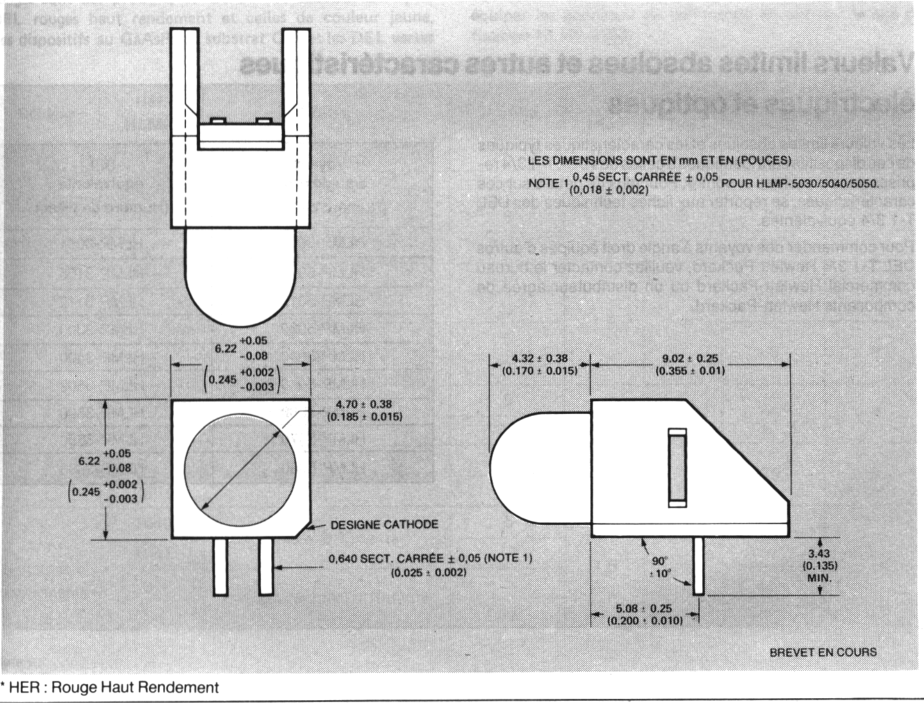
- **PARFAITS POUR LES INDICATIONS D'ETAT EN BORD DE CARTE**
- **CONCEPTION PERMETTANT L'ASSISE EN BORD A BORD SUR LES CARTES**
- **EMPILEMENT LATERAL POSSIBLE SUR CENTRES 6,35 mm**
- **DEL DISPONIBLES EN QUATRE COULEURS AVEC OU SANS RESISTANCE INTEGREE DE LIMITATION DU COURANT EN ENSEMBLES TEINTES DIFFUS T-1 3/4.**



Description

La série de voyants HLMP-5000 est composée d'indicateurs d'état standard constitués d'une DEL teintée à diffusion T-1 3/4 logée dans un boîtier en plastique noir. Ces voyants existent en rouge, rouge haut rendement, jaune ou vert haute performance avec ou sans résistance intégrée de limitation du courant. Ces produits sont destinés à être utilisés comme indicateurs de diagnostic en face arrière et comme indicateurs d'état logique en bord de carte.

Dimensions



* HER : Rouge Haut Rendement

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

INDICATEURS SANS RESISTANCE INTEGREE DE LIMITATION DU COURANT							
Référence	Couleur	Intensité lumineuse (I_V) mcd		Tension directe (V_F)		Conditions de mesure de I_V et V_F	Tension minimale inverse de claquage à (V_{BR}) $I_R = 100 \mu A$
		Min.	Typ.	Typ.	Max.		
HLMP-5000	Rouge	2	4	1,6	2	$I_F = 20$ mA	3
HLMP-5030	Rouge haut rendement	3	6	2,2	3	$I_F = 10$ mA	5
HLMP-5040	Jaune	3	6	2,2	3	$I_F = 10$ mA	5
HLMP-5050	Vert	3	6	2,3	3	$I_F = 20$ mA	5
INDICATEURS AVEC RESISTANCE INTEGREE DE LIMITATION DU COURANT							
Référence	Couleur	Intensité lumineuse (I_V) mcd		Courant direct (I_F) mA		Conditions de mesure de I_V et I_F	Tension minimale inverse de claquage à (V_{BR}) $I_R = 100 \mu A$
		Min.	Typ.	Typ.	Max.		
HLMP-5012	Rouge	1	2	13	20	$V_F = 12$ V	3
HLMP-5005	Rouge	1	2	13	20	$V_F = 5$ V	3
HLMP-5060	Rouge haut rendement	1,5	4	10	15	$V_F = 5$ V	5
HLMP-5070	Jaune	1,5	4	10	15	$V_F = 5$ V	5
HLMP-5080	Vert	1,5	4	12	15	$V_F = 5$ V	5

Valeurs limites absolues et autres caractéristiques électriques et optiques

Les valeurs limites absolues et les caractéristiques typiques de ces dispositifs sont identiques à celles des DEL T-1 3/4 reprises dans le tableau ci-contre. Pour plus de détails sur ces caractéristiques, se reporter aux fiches techniques des DEL T-1 3/4 équivalentes.

Pour commander des voyants à angle droit équipés d'autres DEL T-1 3/4 Hewlett-Packard, veuillez contacter le bureau commercial Hewlett-Packard ou un distributeur agréé de composants Hewlett-Packard.

Voyant à angle droit (Numéro de pièce)	DEL équivalente (Numéro de pièce)
HLMP-5000	HLMP-3001
HLMP-5005	HLMP-3105
HLMP-5012	HLMP-3112
HLMP-5030	HLMP-3300
HLMP-5040	HLMP-3400
HLMP-5050	HLMP-3502
HLMP-5060	HLMP-3600
HLMP-5070	HLMP-3650
HLMP-5080	HLMP-3680

HEWLETT PACKARD

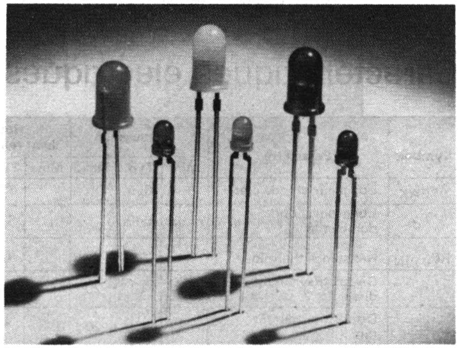
COMPOSANTS

DEL A RESISTANCE INTEGREE (T-1 et T-1 3/4) Séries 5 V et 12 V

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **RESISTANCE INTEGREE DE LIMITATION EN COURANT**
- **COMPATIBLE TTL**
  Ne nécessite aucun élément de protection extérieur sous 5 V ou 12 V
- **ECONOMIQUE**
  Gain d'espace et résistance à moindre coût
- **GRAND ANGLE D'OUVERTURE DU FAISCEAU**
- **DISPONIBLE EN TROIS COULEURS**
  Rouge, rouge haut rendement, jaune et vert hautes performances (T-1 et T-1 3/4)



Description

Les DEL 5 V et 12 V comportent une résistance de limitation en courant intégrée à la diode électroluminescente; ce qui permet de les alimenter directement sous 5 V ou 12 V sans protection supplémentaire. Les DEL rouges sont des produits au GaAsP sur substrat GaAs; les DEL rouges haut rendement et celles de couleur jaune, des dispositifs au GaAsP sur substrat GaP et les DEL vertes comportent l'utilisation de GaP sur substrat GaP. Les DEL diffusantes fournissent un faisceau dont le champ angulaire est étendu.

Les DEL T-1 3/4 sont fournies avec des sorties compatibles connexions enroulées (wrapping). Elles peuvent également équiper les panneaux de commande en utilisant le clip de fixation HLMP-0103.

Couleur	Réf. HLMP-	Boîtier	Tension	I_V mcd Min.	I_V mcd Typ.	2Θ 1/2 (1)	Dessin
Rouge	1100	T-1, teintée, diffusante	5	0,8	1,5	60°	A
	1120	T-1, non teintée, diffusante	5	0,8	1,5	60°	A
	3105	T-1 3/4, teintée, diffusante	5	1	2	75°	B
	3112		12	1	2	75°	B
Rouge haut rendement	1600	T-1, teintée, diffusante	5	1,5	4	60°	A
	1601		12				
	3600	T-1 3/4, teintée, diffusante	5			65°	B
	3601		12				
Jaune	1620	T-1, teintée, diffusante	5	1,5	4	60°	A
	1621		12				
	3650	T-1 3/4, teintée, diffusante	5			75°	B
	3651		12				
Vert hautes performances	1640	T-1, teintée, diffusante	5	1,5	4	60°	A
	1641		12				
	3680	T-1 3/4, teintée, diffusante	5			75°	B
	3681		12				

Note :
1. Θ1/2 : angle pour lequel la valeur de l'intensité lumineuse est la moitié de celle mesurée sur l'axe principal.

Valeurs limites absolues à $T_A = 25°C$

	DEL 5 V	DEL 12 V
Tension directe en CC ($T_A = 25°C$)	7,5 V (2)	15 V (3)
Température de fonctionnement	– 40°C à 85°C	– 40°C à 85°C
Température de stockage	– 55°C à 100°C	– 55°C à 100°C
Température de soudage	260°C pendant 5 s	

Notes :

2. Diminue de 0,071 V/°C au-dessus de $T_A = 50°C$ (voir figure 3).
3. Diminue de 0,086 V/°C au-dessus de $T_A = 50°C$ (voir figure 4).

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Symbole	Paramètre	Rouge			Rouge haut rendement			Jaune			Vert			Unité	Conditions de mesure
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête		655			635			583			565		nm	
λ_d	Longueur d'onde dominante		640			626			585			569		nm	Note 4
$R\theta_{J\text{-}PIN}$	Résistance thermique		90			90			90			90		°C/W	Jonction-sortie à 3 mm du boîtier
I_F	Dispositifs courant direct 12 V		13	20		13	20		13	20		13	20		
I_F	Dispositifs courant direct 5 V		13	20		10	15		10	15		12	15	mA	Sous 5 ou 12 V
η_V	Rendement lumineux		55			147			570			630		lumens /W	Note 5
B_{VR}	Tension de rupture inverse	30			50			50			50			V	$I_R = 100\ \mu A$

Notes :

4. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique de la CIE.
5. L'intensité radiante, I_e, en W/st, peut être calculée à partir de l'équation $I_e = I_V/\eta_V$, pour laquelle I_V est l'intensité lumineuse en candelas et η_V le rendement lumineux en lumens/W.

Dimensions

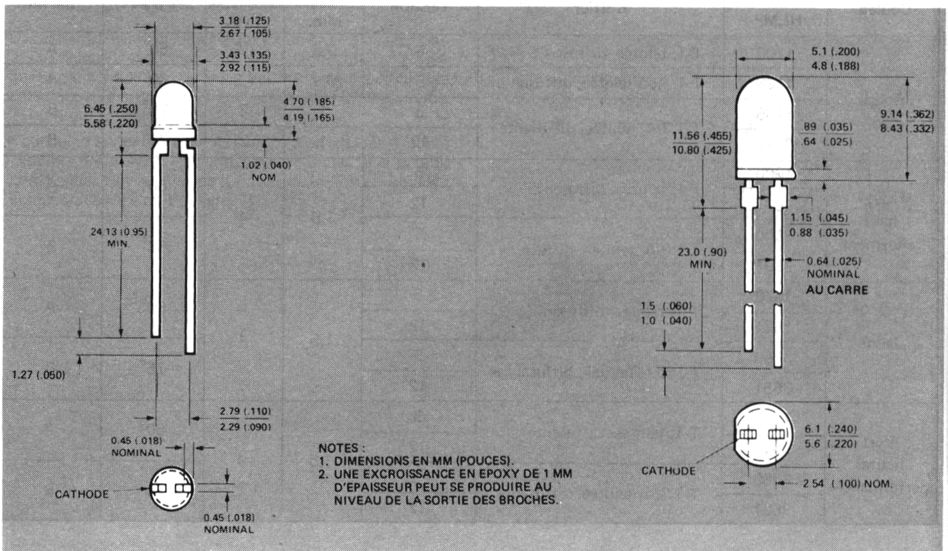


FIGURE A – Boîtier T-1 **FIGURE B – Boîtier T-1 3/4**

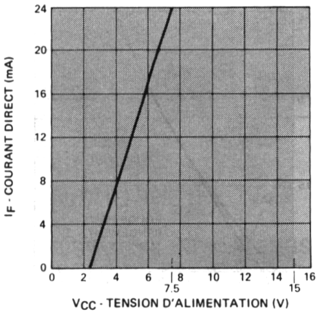


FIGURE 1 — Courant direct en fonction de la tension d'alimentation. Dispositifs à 5 V

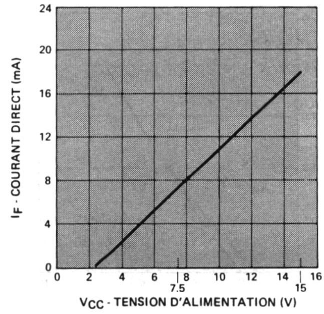


FIGURE 2 — Courant direct en fonction de la tension d'alimentation. Dispositifs à 12 V

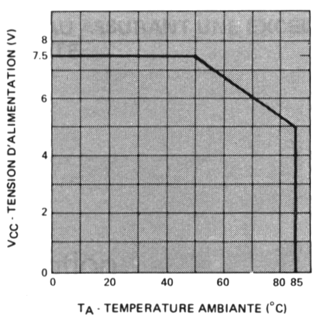


FIGURE 3 — Tension d'alimentation max. en fonction de la température ambiante $R\theta_{JA} = 175°C/W$. Dispositifs à 5 V

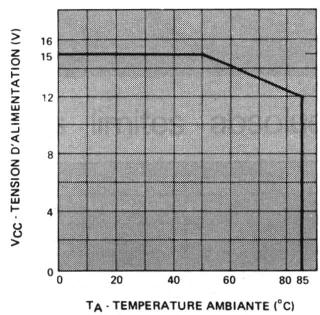


FIGURE 4 — Tension d'alimentation max. en fonction de la température ambiante $R\theta_{JA} = 175°C/W$. Dispositifs à 12 V

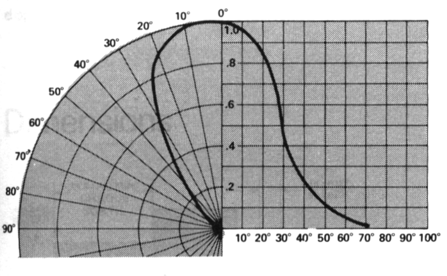


FIGURE 5 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire. Boîtier T-1

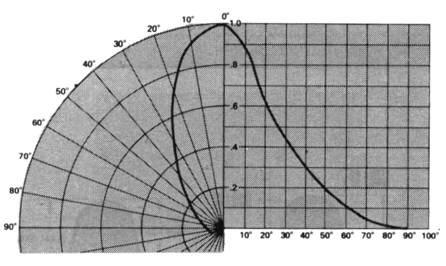


FIGURE 6 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire. Boîtier T-1 3/4

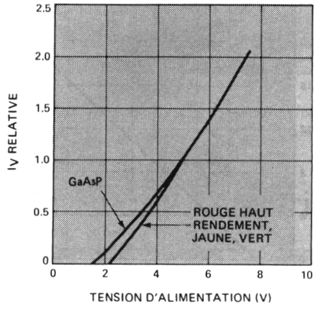


FIGURE 7 — Intensité lumineuse relative en fonction de la tension d'alimentation. Dispositifs à 5 V

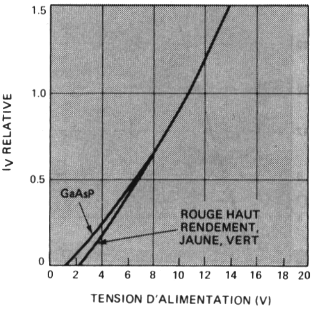


FIGURE 8 — Intensité lumineuse relative en fonction de la tension d'alimentation. Dispositifs à 12 V

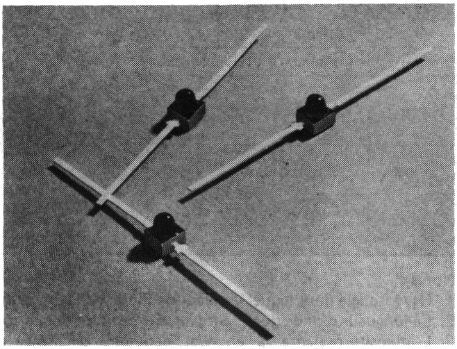
HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

DEL SUBMINIATURES A RÉSISTANCE INTÉGRÉE

ROUGE HAUT RENDEMENT
5 V, 4 mA • HLMP-6620
5 V, 10 mA • HLMP-6600

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984



Caractéristiques

- **PARFAITES COMME INDICATEURS D'ETAT POUR PORTES TTL ET LSTTL**
- **PAS DE RESISTANCE EXTERIEURE SOUS 5 V**
- **BOITIER SUBMINIATURE PERMETTANT UN GAIN DE PLACE**
- **CHOIX DE DEUX NIVEAUX DE COURANT**
- **FAISCEAU ASSURANT UNE EXCELLENTE VISIBILITE**

Valeurs limites absolues

	HLMP-6600	HLMP-6620
Tension directe en CC	6 V	6 V
Tension inverse	15 V	15 V
Température de fonctionnement	– 55° C à + 70° C	
Température de stockage	– 55° C à + 100° C	
Température de soudage (à 1,6 mm du boîtier)	260° C pendant 3 s	

Description

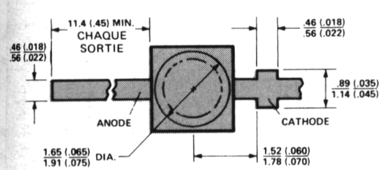
Les DEL HLMP-6600 et -6620 au GaAsP sur GaP émettent dans le rouge. Elles sont associées à une résistance et à une diode de protection intégrée dans le même boîtier sub-miniature. Le boîtier a une lentille diffusante et des sorties radiales. Elles sont disponibles en bobine sur demande.

Sorties spéciales avec centres de 2,54 mm et 5,08 mm disponibles.

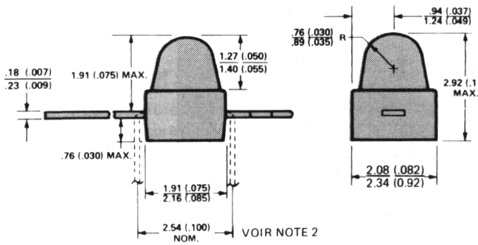
REFERENCE DES DEL EN BOBINE

Référence DEL	HLMP-6600	HLMP-6620
Référence bobine	HLMP-6607	HLMP-6627

Dimensions



VUE DE DESSUS



VUE DE COTE

NOTES :
1. TOUTES DIMENSIONS EN MM ET (POUCES).
2. FORME SPECIALE DES SORTIES EN OPTION.

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Symbole	Description	HLMP-6600 Min.	HLMP-6600 Typ.	HLMP-6600 Max.	HLMP-6620 Min.	HLMP-6620 Typ.	HLMP-6620 Max.	Unité	Condition d'essai
I_V	Intensité lumineuse	1,0	2,4	—	0,2	0,6	—	mcd	$V_F = 5$ V (voir Figure 3)
$2\Theta_{1/2}$	Largeur du faisceau		80°			80°			Note 1 (voir Figure 4)
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête		635			635		nm	
λ_d	Longueur d'onde dominante		629			629		nm	Note 2
Θ_{JC}	Résistance thermique		120			120		°C/W	Jonction/broche cathode à 0,8 mm du boîtier
I_F	Courant direct		9,6	13		3,5	5	mA	$V_F = 5$ V (voir Figure 2)
B_{VR}	Tension inverse	5	15		5	15		V	$I_R = 100\ \mu A$
η_V	Rendement lumineux		147			147		lm/W	Note 3

Notes :

1. $\Theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité lumineuse est moitié de celle mesurée sur l'axe principal
2. La longueur d'onde dominante λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme de chromaticité du CIE
3. L'intensité radiante I_e, en W/st, peut être calculée à partir de l'équation $I_e = I_V/\eta_V$ pour laquelle I_V est l'intensité lumineuse en candelas et η_V le rendement lumineux en lumens/watt

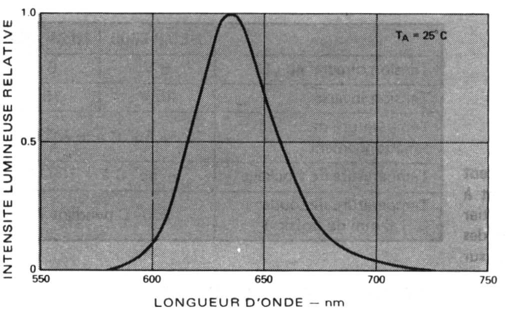


FIGURE 1 — Intensité lumineuse relative en fonction de la longueur d'onde

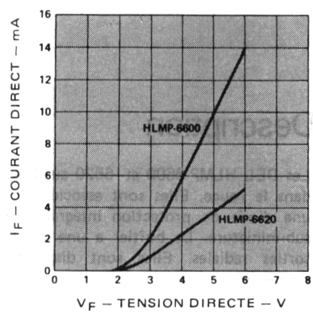


FIGURE 2 — Courant direct en fonction de la tension directe

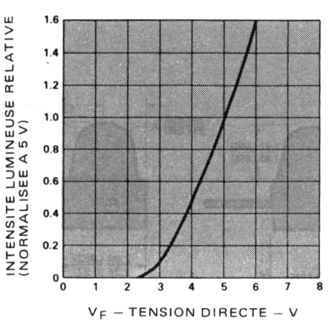


FIGURE 3 — Intensité lumineuse relative en fonction de la tension directe

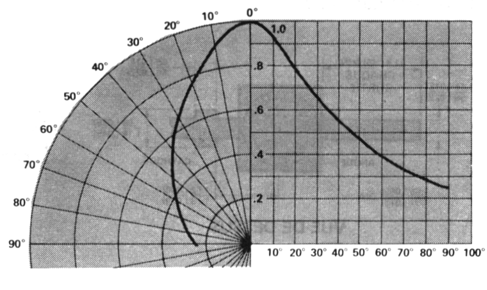


FIGURE 4 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

DIODES ELECTROLUMINESCENTES

HEWLETT PACKARD

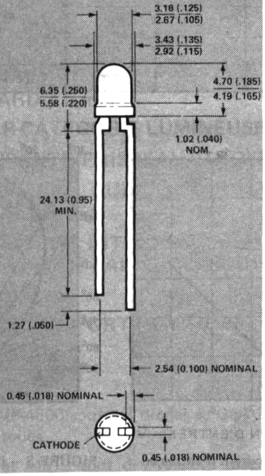
COMPOSANTS

DEL ∅ 3 mm ROUGE A SEUIL DE DÉTECTION (T-1)

HLMP-1142

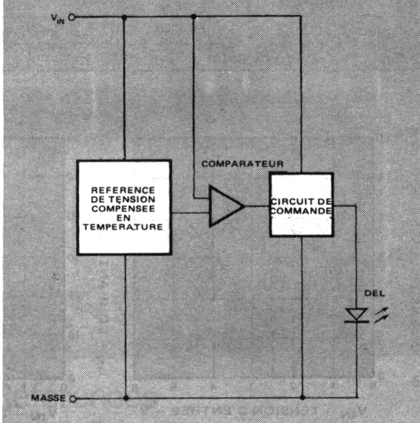
FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Dimensions



NOTES :
1. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)
2. UNE EXCROISSANCE DE 1 mm D'EPAISSEUR PEUT SE PRODUIRE AU NIVEAU DE LA SORTIE DES BROCHES

DIAGRAMME FONCTIONNEL



Caractéristiques

- **GRANDE SENSIBILITE — 10 mV ALLUME/ETEINT**
- **LIMITEUR DE COURANT INTEGRE**
- **TENSION DE SEUIL COMPENSEE EN TEMPERATURE**
- **COMPACT — LE BOITIER CONTIENT LA DEL ET LE CIRCUIT INTEGRE**
- **INTENSITE LUMINEUSE MINIMALE GARANTIE**
- **LA TENSION DE SEUIL PEUT ETRE RELEVEE EN AJOUTANT DES COMPOSANTS EXTERIEURS**

Applications

- **Contrôle des batteries sur caméras, petit appareillage, récepteurs radio portatifs, équipements de mesure**
- **Indicateurs de niveau logique**
- **Contrôle de la tension d'alimentation**
- **V-U mètre**
- **Indicateur de niveau analogique**
- **Indicateur de tension (plusieurs DEL utilisées avec les niveaux de détection différents)**
- **Contrôle de courant**

Description

Les DEL à seuil de détection sont constituées par une diode électroluminescente rouge au GaAsP et un circuit intégré encapsulés dans un boîtier T-1 (ϕ 3 mm). Lorsque la tension d'entrée V_{IN} dépasse la tension de seuil V_{TH}, la diode s'éclaire. Le grand gain du comparateur permet, en fonction de la tension de seuil, d'indiquer sans ambiguïté la valeur de la tension d'entrée. Les caractéristiques tension/courant sont résistives au-dessus et au-dessous de la tension de seuil. Ceci permet de mesurer la valeur de la tension de batteries dans des conditions proches de la réalité. Le branchement en série d'une résistance, d'une diode normale ou d'une diode zener, permet de relever la tension de seuil à une valeur quelconque. Une résistance en parallèle permet d'utiliser la diode à détection de seuil en indicateur de courant de seuil.

La tension de seuil nominale de la DEL HLMP-1142 est de 2,7 V.

Valeurs limites absolues

Température de stockage	– 55° C à + 100° C
Température de fonctionnement	– 55° C à + 85° C
Température de soudage	260°C pendant 5 s
Tension d'entrée — V_{IN} (1)	+ 5 V CC
Tension inverse — V_R	– 0,5 V

Notes :
1. Varie linéairement de 37 mV/° C au-dessus de 50° C à l'air libre

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Paramètre	Symbole	HLMP-1142 Min.	Typ.	Max.	Unité	Condition de mesure	Fig.
Tension de seuil	V_{TH}	2,5	2,7	2,9	V		1, 2
Coefficient de température de la tension de seuil	$\frac{\Delta V_{TH}}{\Delta T_A}$		– 1		mV/° C		
Courant d'entrée	I_{IN}		13 33	 50	mA mA	V_{IN} = 2,75 V V_{IN} = 5,0 V	2 2
Intensité lumineuse	I_v	0,3	0,7		mcd	V_{IN} = 2,75 V	1
Longueur d'onde	λ_{pk}		655		nm		
Longueur d'onde dominante	λ_d		640		nm	Note 1	

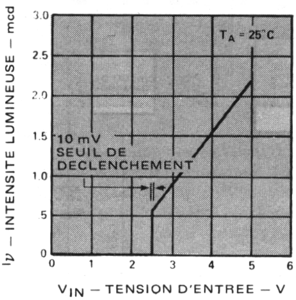


FIGURE 1 – Intensité lumineuse en fonction de la tension d'entrée

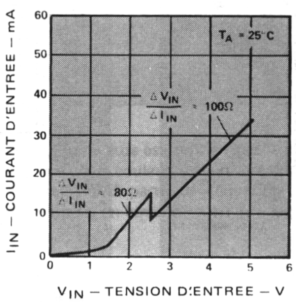


FIGURE 2 – Courant d'entrée en fonction de la tension d'entrée

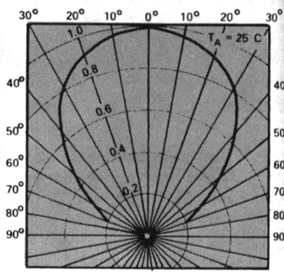
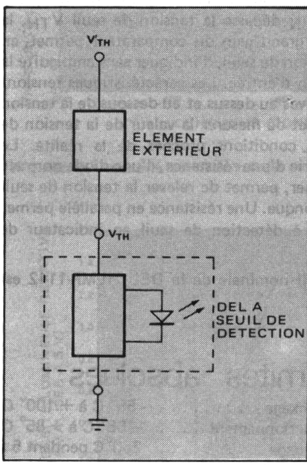


FIGURE 3 – Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

AUGMENTATION DE LA TENSION DE SEUIL PAR ELEMENT EXTERIEUR



Elément extérieur	V'_{TH}	$TC = \frac{\Delta V'_{TH}}{\Delta T_A}$ (mV/° C)
Diode Schottky (HP 5082-2835)	V_{TH} + 0,45 V	– 2
Diode (1N914)	V_{TH} + 0,75 V	– 2,5
DEL (HLMP-1000)	V_{TH} + 1,6 V	– 2,9
Diode Zener	$V_{TH} + V_Z$	– 1 + Zener TC TC = coeff. de températ.

Notes :

1. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur est extraite du diagramme chromatique du CIE
2. I_{TH} représente le courant max. juste avant la tension de seuil V_{TH}. I_{TH} et V_{TH} étant variables, une valeur précise de V_{TH} ne peut être obtenue qu'en sélectionnant la résistance R pour adapter à chaque diode les caractéristiques mesurées (par exemple, avec un traceur de courbe)
3. Le coefficient de température, TC, est fonction de la valeur et du coefficient de température de la résistance

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

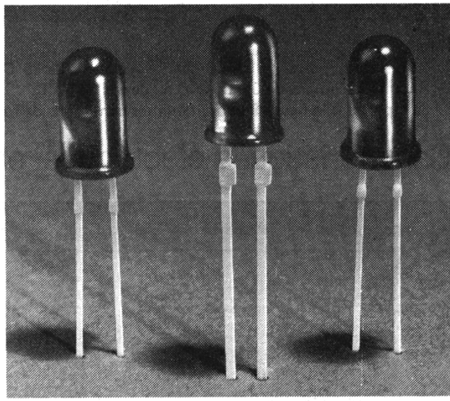
DEL ULTRA-LUMINEUSES

ROUGE HAUT RENDEMENT • SERIE HLMP-4600

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- TRES FORTE INTENSITE LUMINEUSE
- ROUGE HAUT RENDEMENT
- BOITIER STANDARD ϕ 5 mm
- CLASSEMENT PAR CATEGORIE LUMINEUSE
- LENTILLE DIFFUSANTE/FAISCEAU ETROIT
- DEL D'USAGE GENERAL, QUEUES POUR CONNEXIONS ENROULEES
- COMPATIBLES CIRCUITS INTEGRES, FONCTIONNEMENT SOUS FAIBLE COURANT
- FIABLES ET ROBUSTES
- UTILISABLES AVEC SUPPORT HLMP-0103



Description

Les DEL de la série HLMP-4600 sont des diodes au GaAsP sur GaI émettant dans le rouge.

Les DEL HLMP-4600 et -4610 sont des versions usage général. La DEL HLMP-4601 est une DEL sélectionnée en intensité lumineuse.

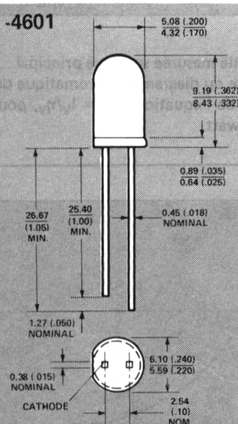
Les DEL HLMP-4600 et -4601 sont des dispositifs d'éclairage. La DEL HLMP-4610 est une DEL HLMP-4600 avec queues pour connexions enroulées.

Références

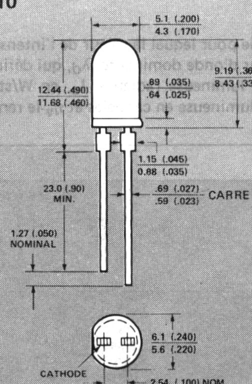
Référence	Application	Lentille	Couleur
HLMP-4600 HLMP-4610	Voyant Usage général	Teintée Diffusante	Rouge Haut rendement
HLMP-4601	Voyant Grande brillance	Teintée Diffusante	

Dimensions

HLMP-4600, -4601



HLMP-4610



NOTES :
1. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)
2. UNE EXCROISSANCE DE 1 mm D'EPAISSEUR PEUT SE PRODUIRE AU NIVEAU DE LA SORTIE DES BROCHES

Valeurs limites absolues à $T_A = 25° C$

Paramètre	Série 4600	Unités
Dissipation (1)	135	mW
Courant direct CC (2)	30	mA
Courant direct moyen (3)	25	mA
Courant direct crête en fonctionnement	90	mA
Température de fonctionnement et de stockage	– 55°C à + 100°C	
Température de soudage (à 1,6 mm du boîtier)	260°C pendant 5 s	

Notes :
1. La dissipation diminue de 1,8 mW/°C au-dessus de 25°C
2. Réduire le courant de 0,5 mA/°C au-dessus de 50°C
3. Se reporter à la figure 5 pour établir les conditions de fonctionnement en impulsions

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25° C$

Symbole	Paramètre	Réf. HLMP-	Min.	Typ.	Max.	Unité	Condition de mesure
I_V	Intensité lumineuse	4600/10	2	4		mcd	I_F = 10 mA (Fig. 3)
				10		mcd	I_F = 20 mA
		4601	4	8		mcd	I_F = 10 mA
				20		mcd	I_F = 20 mA
$2\Theta_{1/2}$	Largeur du faisceau	4600/01/10		32		deg.	I_F = 10 mA Note 1 (Fig. 6)
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête	4600/01/10		635		nm	Mesure à crête (Fig. 1)
λ_d	Longueur d'onde dominante	4600/01/10		626		nm	Note 2
τ_s	Temps de réponse	4600/01/10		90		ns	
C	Capacité	4600/01/10		16		pF	V_F = 0, f = 1 MHz
Θ_{JC}	Puissance thermique	4600/01/10		135		°C/W	Jonction/broche cathode (à 0,8 mm du boîtier)
V_F	Tension directe	4600/01/10	1,5	2,2	3	V	I_F = 10 mA (Fig. 2)
B_{VR}	Tension inverse	4600/01/10	5			V	I_R = 100 μA
η_V	Rendement lumineux	4600/01/10		147		lm/W	Note 3

Notes :
1. $\Theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité lumineuse est moitié de celle mesurée sur l'axe principal
2. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE
3. L'intensité lumineuse radiante, I_e, en W/st, peut être calculée à partir de l'équation : $I_e = I_V/\eta_V$, pour laquelle I_V est l'intensité lumineuse en candelas et η_V le rendement lumineux en lumens/watt

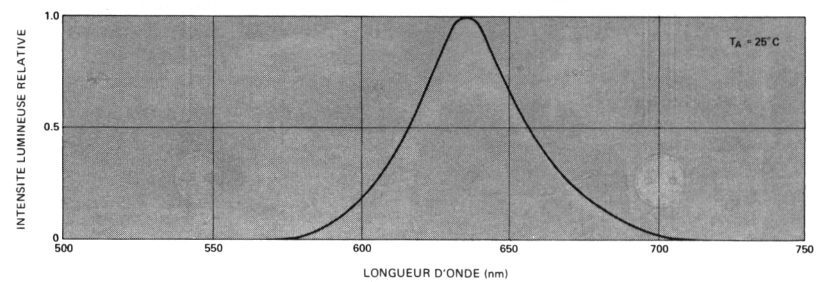


FIGURE 1 — Intensité lumineuse relative en fonction de la longueur d'onde

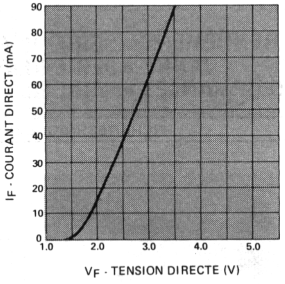


FIGURE 2 — Courant direct en fonction de la tension directe

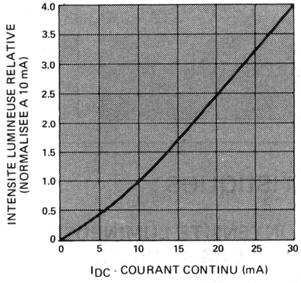


FIGURE 3 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct continu

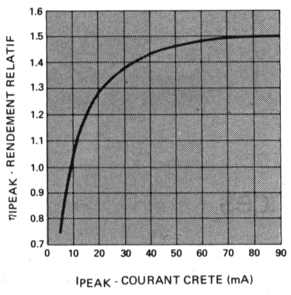


FIGURE 4 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

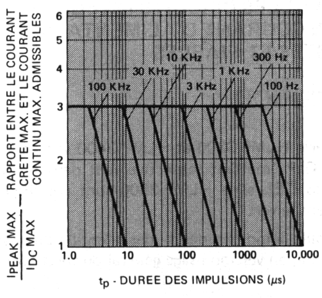


FIGURE 5 — Courant crête maximal admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

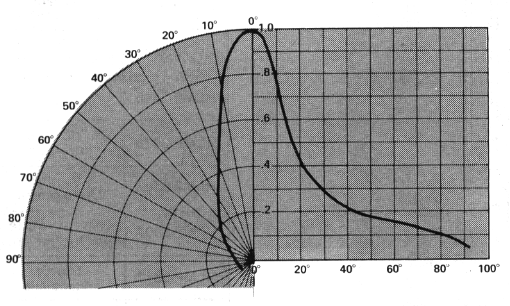


FIGURE 6 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

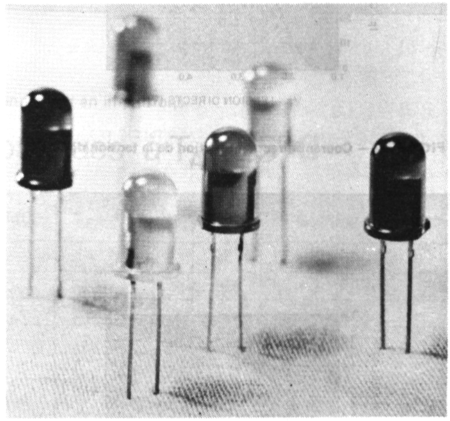
DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES CYLINDRIQUES ∅ 5 mm (T-1 3/4)

ROUGE HAUT RENDEMENT • SERIE HLMP-3300
JAUNE • SERIE HLMP-3400
VERT HAUTES PERFORMANCES • SERIE HLMP-3500

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **GRANDE INTENSITE LUMINEUSE**
- **TROIS COULEURS AU CHOIX**
  Rouge haut rendement
  Jaune
  Vert hautes performances
- **BOITIERS T-1 3/4 (5 mm)**
- **CLASSEMENT PAR CATEGORIE LUMINEUSE**
- **LENTILLE DIFFUSANTE A FAISCEAU LARGE OU NON DIFFUSANTE A FAISCEAU ETROIT**
- **USAGE GENERAL**
- **COMPATIBLES CIRCUITS INTEGRES/ FAIBLE COURANT D'ALIMENTATION**
- **ROBUSTES ET FIABLES**

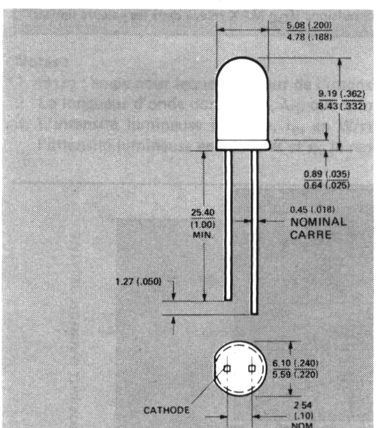


Description

Les DEL série HLMP-3300 et HLMP-3400 sont des diodes GaAsP sur GaP émettant respectivement dans le rouge et le jaune. Les DEL série HLMP-3500 sont des diodes GaP émettant dans le vert.

Chaque famille comprend des diodes à lentille diffusante ou non-diffusante, en version usage général ou forte luminosité.

Dimensions



NOTES :
1. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES).
2. UNE EXCROISSANCE DE 1 MM D'EPAISSEUR PEUT SE PRODUIRE AU NIVEAU DE LA SORTIE DES BROCHES.

Références

Référence	Application	Lentille	Couleur
HLMP-3300	Voyant Usage général	Diffusante Faisceau large	Rouge Haut rendement
HLMP-3301	Voyant - Forte lumière ambiante		
HLMP-3315	Source ponctuelle	Non diffusante Faisceau étroit	
HLMP-3316	Très forte luminosité		
HLMP-3400	Voyant Usage général	Diffusante Faisceau large	Jaune
HLMP-3401	Voyant - Forte lumière ambiante		
HLMP-3415	Source ponctuelle	Non diffusante Faisceau étroit	
HLMP-3416	Très forte luminosité		
HLMP-3502	Voyant Usage général	Diffusante Faisceau large	Vert Hautes performances
HLMP-3507	Voyant - Forte lumière ambiante		
HLMP-3517	Source ponctuelle	Non diffusante Faisceau étroit	
HLMP-3519	Très forte luminosité		

Caractéristiques électriques à $T_A = 25°C$

Symbole	Paramètre	Réf. HLMP-	Min.	Typ.	Max.	Unité	Condition de mesure
I_V	Intensité lumineuse	3300 3301 3315 3316	2 4 12 20	3,5 7 18 30		mcd	$I_F = 10$ mA (Fig. 8)
		3400 3401 3415 3416	2 4 10 20	4 8 18 30		mcd	$I_F = 10$ mA (Fig. 8)
		3502 3507 3517 3519	3 7 12 30	6 12 25 50		mcd	$I_F = 20$ mA (Fig. 13)
$2\Theta_{1/2}$	Angle d'ouverture du faisceau	3300 3301 3315 3316		65 65 35 35		Deg.	$I_F = 10$ mA Voir Note 1 (Fig. 6)
		3400 3401 3415 3416		75 75 35 35		Deg.	$I_F = 10$ mA Voir Note 1 (Fig. 11)
		3502 3507 3517 3519		75 75 24 24		Deg.	$I_F = 20$ mA Voir Note 1 (Fig. 16)
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête	3300 3400 3500		635 583 565		nm	(Fig. 1)
λ_d	Longueur d'onde dominante	3300 3400 3500		626 585 569		nm	Voir Note 2 (Fig. 1)
τ_S	Temps de réponse	3300 3400 3500		90 90 500		ns	
C	Capacité	3300 3400 3500		16 18 18		pF	$V_F = 0$, f = 1 MHz
Θ_{JC}	Résistance thermique	3300 3400 3500		140		°C/W	Jonction/broche cathode (sur le plan de base)
V_F	Tension directe	3300 3400 3500	1,5 1,5 1,6	2,2 2,2 2,3	3 3 3	V	$I_F = 10$ mA (Fig. 2) $I_F = 10$ mA (Fig. 7) $I_F = 20$ mA (Fig. 12)
BV_R	Tension inverse	Tous	5			V	$I_R = 100\ \mu A$
η_V	Rendement lumineux	3300 3400 3500		147 570 630		lm/W	Voir Note 3

Notes :

1. $\Theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité lumineuse est moitié de celle mesurée sur l'axe principal.
2. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE.
3. L'intensité radiante, I_e, en W/st, peut être calculée à partir de l'équation $I_e = I_V/\eta_V$, pour laquelle I_V est l'intensité lumineuse en candelas et η_V le rendement lumineux en lumens/W.

Valeurs limites absolues à $T_A = 25°C$

Paramètre	Série 3300	Série 3400	Série 3500	Unité
Courant direct crête	90	60	90	mA
Courant direct moyen (1)	25	20	25	mA
Courant continu (2)	30	20	30	mA
Puissance dissipée (3)	135	85	135	mW
Température de fonctionnement	– 55 à + 100	– 55 à + 100	– 40 à + 100	°C
Température de stockage			– 55 à + 100	
Température de soudage des sorties à 1,6 mm du boîtier	260°C pendant 5 s			

Notes :

1. Consulter les figures 5 (rouge), 10 (jaune) ou 15 (vert) pour établir les conditions de fonctionnement en impulsions.
2. Au-dessus de 50°C, diminue linéairement de 0,5 mA/°C pour les séries rouge et verte et de 0,2 mA/°C pour la série jaune.
3. Au-dessus de 25°C, diminue linéairement de 1,8 mW/°C pour les séries rouge et verte et de 1,6 mW/°C pour la série jaune.

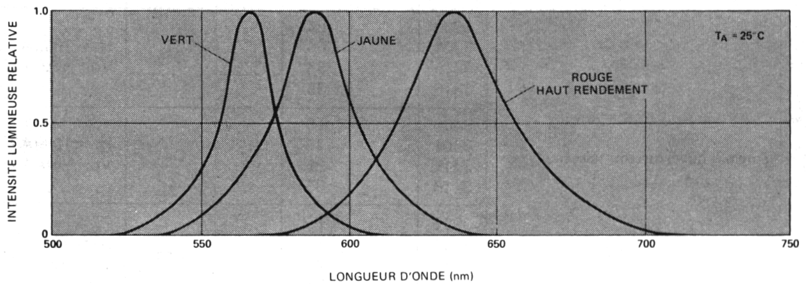


FIGURE 1 — Intensité lumineuse en fonction de la longueur d'onde

ROUGE HAUT RENDEMENT SERIE HLMP-3300

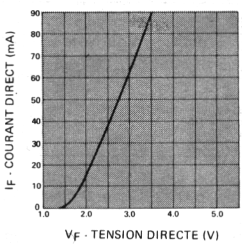


FIGURE 2 — Courant direct en fonction de la tension directe

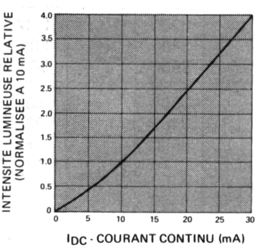


FIGURE 3 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct continu

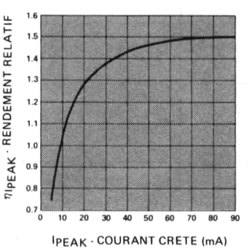


FIGURE 4 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

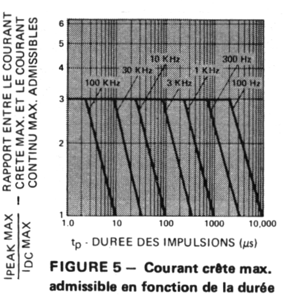


FIGURE 5 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

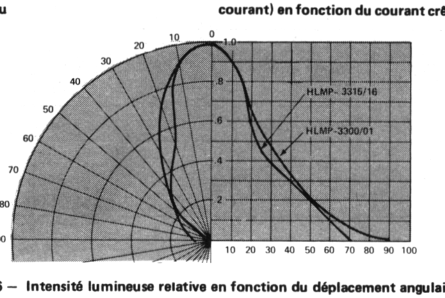


FIGURE 6 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

JAUNE SERIE HLMP-3400

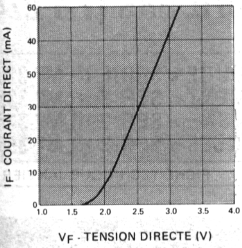


FIGURE 7 — Courant direct en fonction de la tension directe

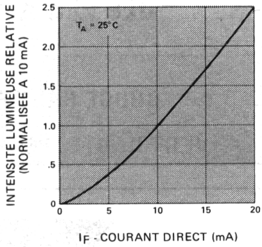


FIGURE 8 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

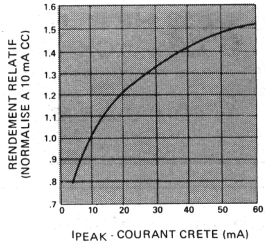


FIGURE 9 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

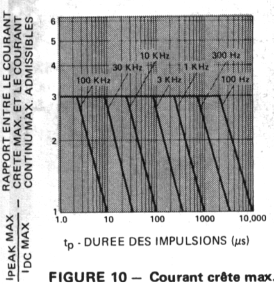


FIGURE 10 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

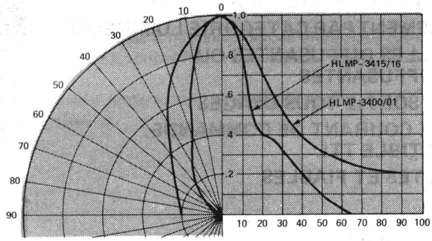


FIGURE 11 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

VERT SERIE HLMP-3500

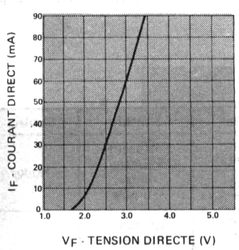


FIGURE 12 — Courant direct en fonction de la tension directe

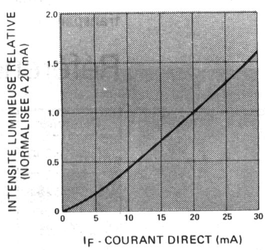


FIGURE 13 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct continu

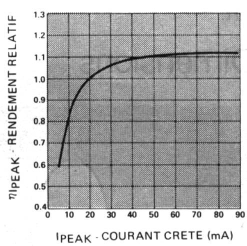


FIGURE 14 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

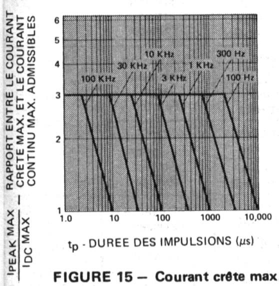


FIGURE 15 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

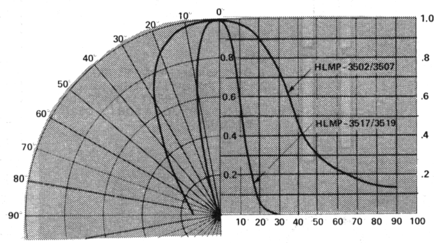


FIGURE 16 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

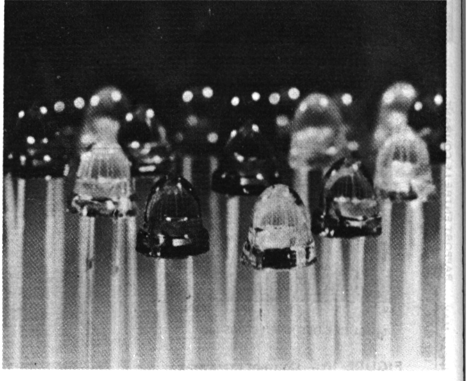
DEL ∅ 5 mm PROFIL BAS (T-1 3/4)

ROUGE • SERIE HLMP-3200
ROUGE HAUT RENDEMENT • SERIE HLMP-3350
JAUNE • SERIE HLMP-3450
VERT HAUTES PERFORMANCES • SERIE HLMP-3550

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **GRANDE INTENSITE LUMINEUSE**
- **PROFIL BAS : HAUTEUR NOMINALE 5,38 mm**
- **DIAMETRE 5 mm (BOITIER T-1 3/4)**
- **CLASSEMENT PAR CATEGORIE LUMINEUSE**
- **LENTILLES DIFFUSANTES OU NON DIFFUSANTES**
- **FIL DE SORTIE TOUS USAGES**
- **FAIBLE COURANT DE COMMANDE, COMPATIBLE TTL**
- **ROBUSTES ET FIABLES**

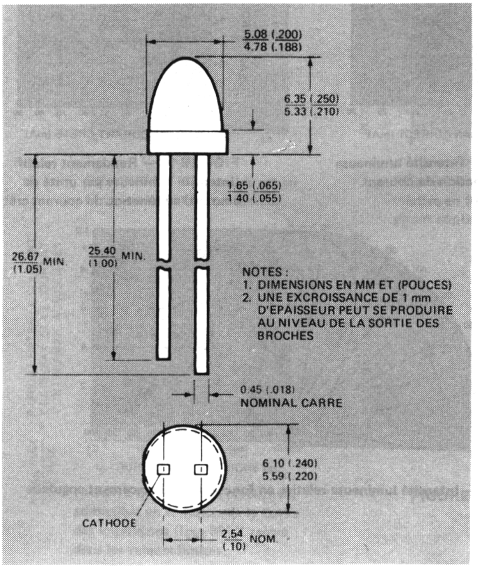


Description

Les DEL de la série HLMP-3200 au GaAsP émettent dans le rouge (voir tableau).
Les DEL haut rendement de la série HLMP-3350 au GaAsP sur GaP émettent dans le rouge.
Les DEL de la série HLMP-3450 au GaAsP sur GaP émettent dans le jaune.
Les DEL de la série HLMP-3550 au GaP émettent dans le vert.

Les DEL 5 mm profil bas (boîtier T-1 3/4) réduisent l'encombrement et sont parfaites pour l'éclairage par transparence.

Dimensions



Références

Référence	Application	Lentille	Couleur
HLMP-3200	Indicateur Usage général	Diffusante Faisceau large Teintée	Rouge
HLMP-3201	Indicateur Grande luminosité		
HLMP-3350	Indicateur Usage général	Diffusante Faisceau large Teintée	Rouge Haut rendement
HLMP-3351	Indicateur Grande luminosité		
HLMP-3365	Source ponctuelle Usage général	Non diffusante Faisceau étroit Teintée	
HLMP-3366	Annonciateur Grande luminosité		
HLMP-3450	Indicateur Usage général	Diffusante Faisceau large Teintée	Jaune
HLMP-3451	Indicateur Grande luminosité		
HLMP-3465	Source ponctuelle Usage général	Non diffusante Faisceau étroit Teintée	
HLMP-3466	Annonciateur Grande luminosité		
HLMP-3553	Indicateur Usage général	Diffusante Faisceau large Teintée	Vert Hautes performances
HLMP-3554	Indicateur Grande luminosité		
HLMP-3567	Source ponctuelle Usage général	Non diffusante Faisceau étroit Teintée	
HLMP-3568	Annonciateur Grande luminosité		

Valeurs limites absolues à $T_A = 25°C$

Paramètre	Rouge Série -3200	Rouge haut rendement Série -3350	Jaune Série -3450	Vert Série -3505, -3560	Unité
Courant direct crête	1000	90	60	90	mA
Courant direct moyen (1)	50	25	20	25	mA
Courant CC (2)	50	30	20	30	mA
Puissance dissipée (3)	100	135	85	135	mW
Température de fonctionnement	– 55 à + 100	– 55 à + 100	– 55 à + 100	– 40 à + 100	°C
Température de stockage				– 55 à + 100	
Température de soudage (à 1,6 mm min. du boîtier)	260°C pendant 5 s				

Notes :

1. Se reporter aux figures 5, 10, 15 et 20 pour déterminer les conditions de fonctionnement en impulsions suivant la couleur
2. Au-dessus de 50°C, réduire le courant de 0,5 mA/°C pour les DEL rouges haut rendement et vertes, et de 0,2 mA/°C pour les DEL rouges et jaunes
3. Au-dessus de 25°C, la puissance dissipée par les DEL rouges haut rendement et vertes diminue de 1,8 mW/°C. Elle diminue de 1,6 mW/°C au-dessus de 50°C pour les DEL rouges et jaunes

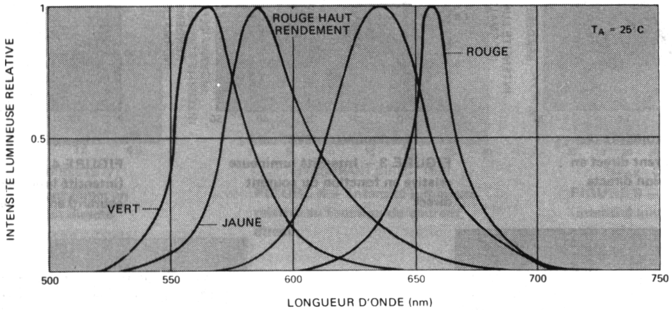


FIGURE 1 — Intensité lumineuse relative en fonction de la longueur d'onde

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25^\circ C$

ROUGE SERIE HLMP-3200

Symbole	Paramètre	Réf. HLMP-	Min.	Typ.	Max.	Unité	Condition de mesure
I_V	Intensité lumineuse axiale	3200 3201	1 2	2 4		mcd	$I_F = 20$ mA (Fig. 3)
$2\theta_{1/2}$	Angle d'ouverture du faisceau			60		deg.	Note 1 (Fig. 6)
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête			655		nm	(Fig. 1)
λ_d	Longueur d'onde dominante			648		nm	Note 2
τ_s	Temps de réponse			15		ns	
C	Capacité			100		pF	$V_F = 0$, f = 1 MHz
θ_{JC}	Résistance thermique			125		°C/W	Jonction/broche cathode à 1,6 mm du boîtier
V_F	Tension directe		1,4	1,6	2	V	$I_F = 20$ mA (Fig. 2)
B_{VR}	Tension inverse		3	10		V	$I_R = 100\ \mu$A
η_V	Rendement lumineux			55		lm/W	Note 3

Notes :

1. $\theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité lumineuse est moitié de celle mesurée sur l'axe principal
2. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE
3. L'intensité rayonnée, I_e, en W/st, peut être calculée à partir de la formule : $I_e = I_V/\eta_V$, pour laquelle I_V est l'intensité lumineuse en candelas et η_V le rendement en lumens/watt

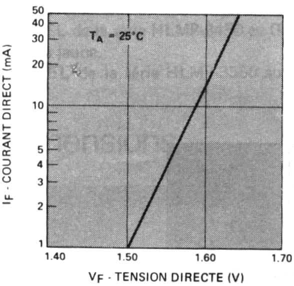


FIGURE 2 – Courant direct en fonction de la tension directe

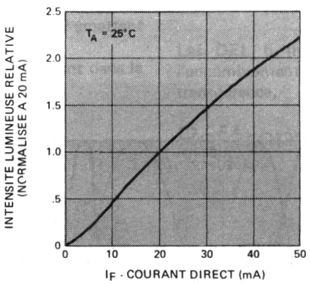


FIGURE 3 – Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

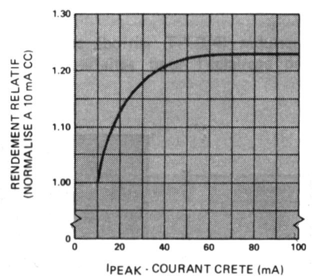


FIGURE 4 – Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

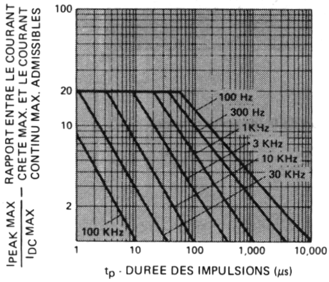


FIGURE 5 – Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

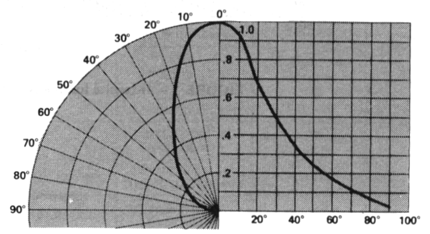


FIGURE 6 – Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

ROUGE HAUT RENDEMENT SERIE HLMP-3350

Symbole	Paramètre	Réf. HLMP-	Min.	Typ.	Max.	Unité	Condition de mesure
I_V	Intensité lumineuse axiale	3350	2	3,5		mcd	I_F = 10 mA (Fig. 8)
		3351	5	7			
		3365	7	10			
		3366	12	18			
$2\theta_{1/2}$	Angle d'ouverture du faisceau	3350		50		deg.	Note 1 (Fig. 11)
		3351		50			
		3365		45			
		3366		45			
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête			635		nm	(Fig. 1)
λ_d	Longueur d'onde dominante			626		nm	Note 2
τ_s	Temps de réponse			90		ns	
C	Capacité			16		pF	V_F = 0, f = 1 MHz
θ_{JC}	Résistance thermique			130		°C/W	Jonction/broche cathode à 1,6 mm du boîtier
V_F	Tension directe		1,5	2,2	3	V	I_F = 10 mA (Fig. 7)
BV_R	Tension inverse		5			V	I_R = 100 μA
η_V	Rendement lumineux			147		lm/W	Note 3

Notes :
1. $\theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité lumineuse est moitié de celle mesurée sur l'axe principal
2. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE
3. L'intensité rayonnée, I_e, en W/st, peut être calculée à partir de la formule : $I_e = I_V/\eta_V$, pour laquelle I_V est l'intensité lumineuse en candelas et η_V le rendement en lumens/watt

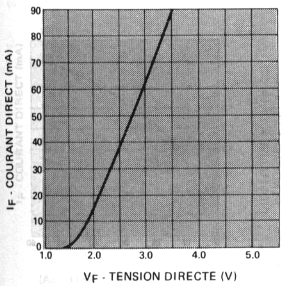


FIGURE 7 — Courant direct en fonction de la tension directe

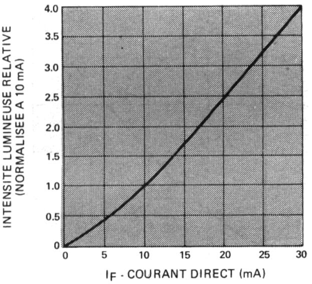


FIGURE 8 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

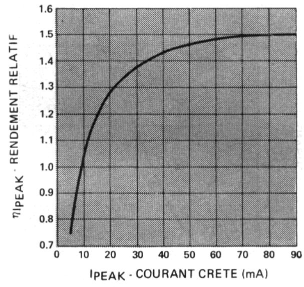


FIGURE 9 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

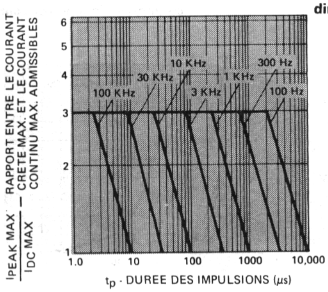


FIGURE 10 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

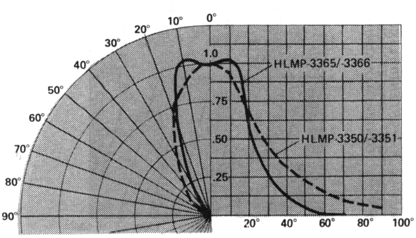


FIGURE 11 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

JAUNE SERIE HLMP-3450

Symbole	Paramètre	Réf. HLMP-	Min.	Typ.	Max.	Unité	Condition de mesure
I_V	Intensité lumineuse axiale	3450 3451 3465 3466	2,5 6 6 12	4 10 12 18		mcd	$I_F = 10$ mA (Fig. 13)
$2\theta_{1/2}$	Angle d'ouverture du faisceau	3450 3451 3465 3466		50 50 45 45		deg.	Note 1 (Fig. 16)
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête			583		nm	(Fig. 1)
λ_d	Longueur d'onde dominante			585		nm	Note 2
τ_s	Temps de réponse			90		ns	
C	Capacité			18		pF	$V_F = 0$, f = 1 MHz
θ_{JC}	Résistance thermique			100		°C/W	Jonction/broche cathode à 1,6 mm du boîtier
V_F	Tension directe		1,5	2,2	3	V	$I_F = 10$ mA (Fig. 12)
B_{VR}	Tension inverse		5			V	$I_R = 100\ \mu A$
η_V	Rendement lumineux			570		lm/W	Note 3

Notes :

1. $\theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité lumineuse est moitié de celle mesurée sur l'axe principal
2. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE
3. L'intensité rayonnée, I_e, en W/st, peut être calculée à partir de la formule : $I_e = I_V/\eta_V$, pour laquelle I_V est l'intensité lumineuse en candelas et η_V le rendement en lumens/watt

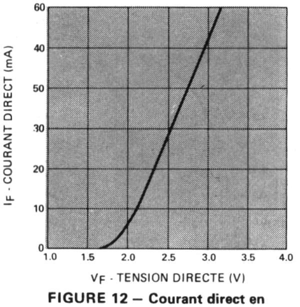


FIGURE 12 — Courant direct en fonction de la tension directe

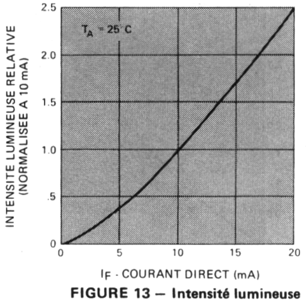


FIGURE 13 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

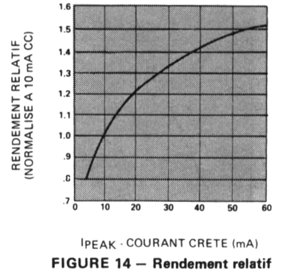


FIGURE 14 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

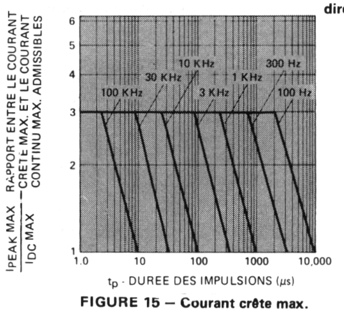


FIGURE 15 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

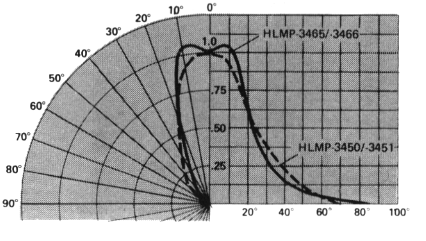


FIGURE 16 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

VERT SERIE HLMP-3550

Symbole	Paramètre	Réf. HLMP-	Min.	Typ.	Max.	Unité	Condition de mesure
I_V	Intensité lumineuse axiale	3553	1,6	3,2		mcd	$I_F = 10$ mA (Fig. 18)
		3554	6,7	10			
		3567	4,2	7			
		3568	10,6	15			
$2\theta_{1/2}$	Angle d'ouverture du faisceau	3553		50		deg.	Note 1 (Fig. 21)
		3554		50			
		3567		40			
		3568		40			
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête			565		nm	(Fig. 1)
λ_d	Longueur d'onde dominante			569		nm	Note 2
τ_s	Temps de réponse			500		ns	
C	Capacité			18		pF	$V_F = 0$, f = 1 MHz
θ_{JC}	Résistance thermique			90		°C/W	Jonction/broche cathode à 1,6 mm du boîtier
V_F	Tension directe		1,6	2,3	3	V	$I_F = 20$ mA (Fig. 17)
B_{VR}	Tension inverse		5			V	$I_R = 100\ \mu A$
η_V	Rendement lumineux			630		lm/W	Note 3

Notes :

1. $\theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité lumineuse est moitié de celle mesurée sur l'axe principal
2. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE
3. L'intensité rayonnée, I_e, en W/st, peut être calculée à partir de la formule : $I_e = I_V/\eta_V$, pour laquelle I_V est l'intensité lumineuse en candelas et η_V le rendement en lumens/watt

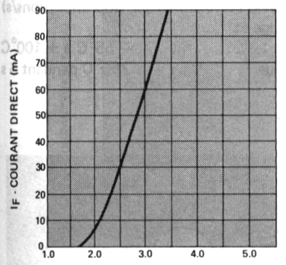


FIGURE 17 — Courant direct en fonction de la tension directe

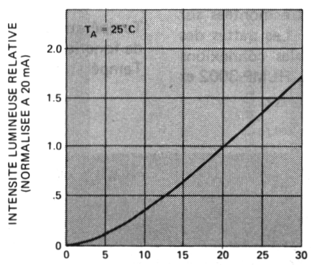


FIGURE 18 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

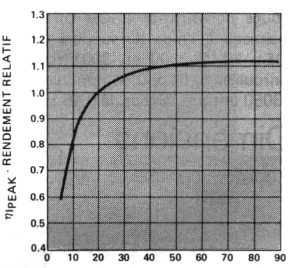


FIGURE 19 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

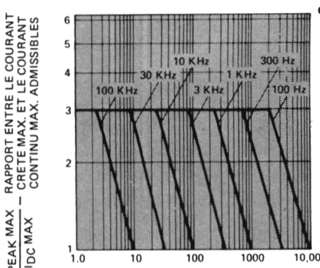


FIGURE 20 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

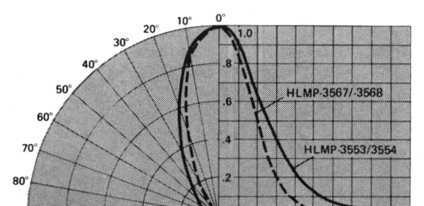


FIGURE 21 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

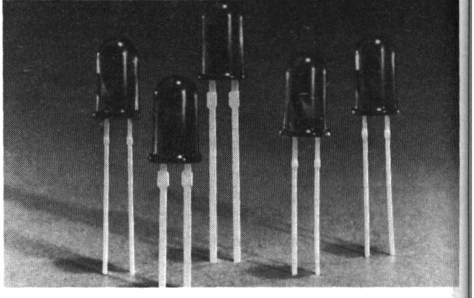
DEL ∅ 5 mm ROUGE STANDARD (T-1 3/4)

HLMP-3000
HLMP-3001
HLMP-3002
HLMP-3050

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **FAIBLE PRIX, NOMBREUSES APPLICATIONS**
- **GRANDE DUREE DE VIE, FIABILITE DES COMPOSANTS A SEMI-CONDUCTEURS**
- **FAIBLE PUISSANCE EXIGEE : 20 mA SOUS 1,6 V**
- **GRANDE LUMINOSITE :**
  Série HLMP-3000 : 2 mcd typique
  Série HLMP-3001 : 4 mcd typique
- **FAISCEAU LARGE ET ETROIT**
- **LENTILLE DIFFUSANTE ET NON DIFFUSANTE**



Description

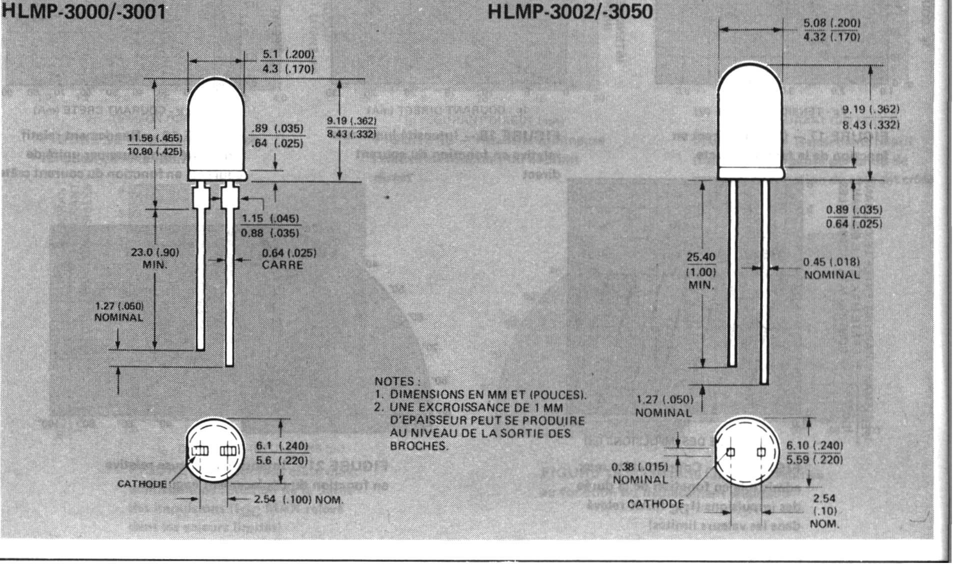
Les DEL série HLMP-3000 sont des diodes au GaAsP destinées à des applications en grande série, au moindre coût, telles que voyants pour appareillage électrique, tableaux de bord de véhicule ou tout autre usage grand public.

Les DEL cylindriques HLMP-3000, -3001 et -3002 ont une lentille diffusante rouge, la DEL HLMP-3050 a une lentille rouge non-diffusante. Ces DEL peuvent être montées sur panneau à l'aide du support HLMP-0103. Les pattes des DEL HLMP-3000 et -3001 sont compatibles connexions enroulées (0,64 x 0,64 mm), celles des DEL HLMP-3002 et -3050 ont une largeur de 0,45 mm.

Valeurs limites absolues à $T_A = 25°C$

Puissance dissipée . . . . 100 mW
Courant continu direct (diminue de 0,2 mA/°C au-dessus de 50°C) . . . . 50 mA
Courant direct crête . . . . 1 A
(largeur d'impulsion 1 µs, 300 impulsions/s)
Température de stockage et de fonctionnement . . . . – 55°C à + 100°C
Température de soudage . . . . 260°C pendant 5 s

Dimensions



Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Symbole	Paramètre	HLMP-3000			HLMP-3001			HLMP-3002			HLMP-3050			Unité	Conditions de mesure
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
I_V	Intensité lumineuse	1	2		2	4		1	2		1	2,5		mcd	$I_F = 20$ mA
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête		655			655			655			655		nm	Mesure crête
λ_d	Longueur d'onde dominante		648			648			648			648			
τ_s	Temps de réponse		10			10			10			10		ns	
C	Capacité		100			100			100			100		pF	$V_F = 0$ f = 1 MHz
V_F	Courant direct	1,4	1,6	2	1,4	1,6	2	1,4	1,6	2	1,4	1,6	2	V	$I_F = 20$ mA
B_{VR}	Tension inverse	3	10		3	10		3	10		3	10		V	$I_R = 100\ \mu A$
Θ_{JC}	Résistance thermique		100			100			100			100		°C/W	Jonction/ broche cath.
$2\Theta_{1/2}$	Angle du faisceau entre les deux points d'intensité 1/2 (départ et d'autre de l'axe)		75			75			75			24		deg.	$I_F = 20$ mA

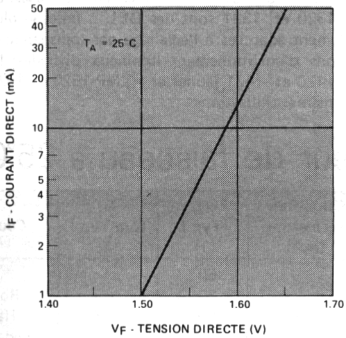


FIGURE 1 – Courant direct en fonction de la tension directe

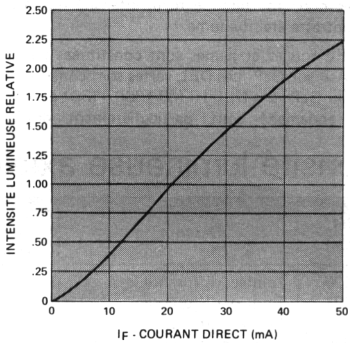


FIGURE 2 – Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

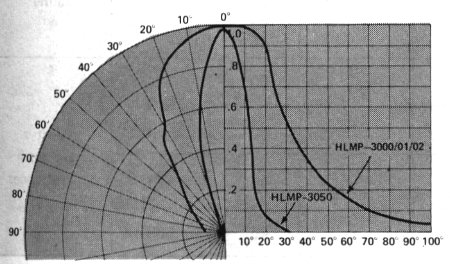


FIGURE 3 – Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

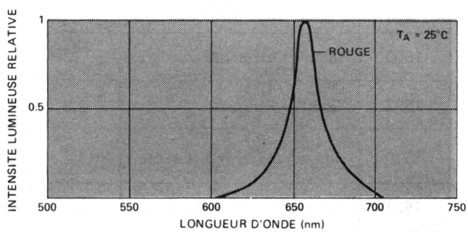


FIGURE 4 – Intensité lumineuse relative en fonction de la longueur d'onde

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

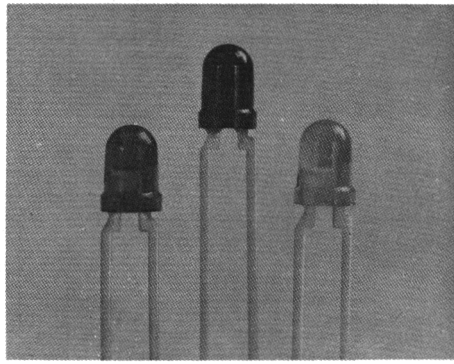
DEL ∅ 3 mm (T-1)

ROUGE HAUT RENDEMENT • SERIE HLMP-1300
JAUNE • SERIE HLMP-1400
VERT HAUTES PERFORMANCES • SERIE HLMP-1500

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **GRANDE INTENSITE LUMINEUSE**
- **DEUX LARGEURS DE FAISCEAU**
- **FAIBLE DIAMETRE**
  Boîtier cylindrique T-1, ϕ 3,18 mm
- **COMPATIBLES CIRCUITS INTEGRES**
- **ROBUSTES ET FIABLES**
- **TROIS COULEURS AU CHOIX**
  Rouge haut rendement
  Jaune
  Vert hautes performances



Description

Les DEL des séries HLMP-1300, -1400, -1500 sont disponibles en plusieurs couleurs et finitions. Elles sont prévues pour fournir une forte intensité lumineuse et un bon contraste éteint-allumé.

Les DEL rouges et jaunes sont constituées par une diode au GaAsP sur GaP. Les DEL vertes sont constituées par une diode au GaP. Les DEL HLMP-1300, -1301 et -1302 rouges haut rendement sont particulièrement destinées aux applications pour lesquelles il est nécessaire d'avoir un faisceau large. Les DEL jaunes HLMP-1400, -1401, -1402, vertes HLMP-1503 et -1523 ont les mêmes usages. Les DEL HLMP-1320 et -1321 sont des DEL à faisceau plus étroit spécialement adaptées à l'éclairage par transparence et aux conditions d'environnement lumineux difficiles; les DEL HLMP-1420 et -1421 jaunes et HLMP-1520 et -1521 vertes ont les mêmes utilisations.

Intensité lumineuse axiale et largeur de faisceau à 25°C

Réf. HLMP-	Description	I_V (mcd) Min.	I_V (mcd) Typ.	Condition de mesure (mA)	$2\Theta_{1/2}$ (Typ.) (1)	λ_d (nm-Typ.) (2)	Couleur
1300	Teintée, diffusante	1	2	10	60°	626	Rouge Haut rendement
1301	Teintée, diffusante	2	2,5	10	60°	626	Rouge Haut rendement
1302	Teintée, diffusante	3	4	10	60°	626	Rouge Haut rendement
1320	Non teintée, non diffusante	6	12	10	45°	626	Rouge Haut rendement
1321	Teintée, non diffusante	6	12	10	45°	626	Rouge Haut rendement
1400	Teintée, diffusante	1	2	10	60°	585	Jaune
1401	Teintée, diffusante	2	3	10	60°	585	Jaune
1402	Teintée, diffusante	3	4	10	60°	585	Jaune
1420	Non teintée, non diffusante	6	12	10	45°	585	Jaune
1421	Teintée, non diffusante	6	12	10	45°	585	Jaune
1503	Teintée, diffusante	1	2 5	10 20	60°	569	Vert Hautes performances
1523	Teintée, diffusante	2,6	4 10	10 20	60°	569	Vert Hautes performances
1520	Non teintée, non diffusante	4,2	5 12	10 20	45°	571	Vert Hautes performances
1521	Teintée, non diffusante	4,2	5 12	10 20	45°	569	Vert Hautes performances

Notes :
1. $\Theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité lumineuse est moitié de celle mesurée sur l'axe principal
2. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE

Valeurs limites absolues à $T_A = 25°C$

Paramètre	Rouge	Jaune	Vert	Unité
Courant direct crête	90	60	90	mA
Courant direct moyen (3)	25	20	25	mA
Courant CC (4)	30	20	30	mA
Dissipation (5)	135	85	135	mW
Température de fonctionnement	– 55 à + 100	– 55 à + 100	– 40 à + 100	°C
Température de stockage			– 55 à + 100	
Température de soudage (à 1,6 mm du boîtier)	260°C pendant 5 s			

Notes :

3. Se reporter à la figure 5 pour établir les conditions de fonctionnement en impulsions
4. Au-dessus de 50°C, réduire le courant de 0,5 mA/°C pour les DEL rouges et vertes, et de 0,2 mA/°C pour les DEL jaunes
5. Au-dessus de 25°C, la puissance dissipée par les DEL rouges haut rendement et vertes diminue de 1,8 mW/°C. Elle diminue de 1,6 mW/°C au-dessus de 50°C pour les DEL jaunes

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Symbole	Description	SERIE HLMP-1300			SERIE HLMP-1400			SERIE HLMP-1500			Unité	Condition de mesure
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête		635			583			565		nm	Figure 1
τ_s	Temps de réponse		90			90			500		ns	
C	Capacité		20			15			18		pF	$V_F = 0$, f = 1 MHz
Θ_{JC}	Résistance thermique		95			95			95		°C/W	Jonction/broche cathode à 0,8 mm du boîtier
V_F	Tension directe	1,5	2,2	3	1,5	2,2	3	1,6 à I_F = 20 mA	2,3	3	V	I_F = 10 mA (Figures 2, 7, 12)
BV_R	Tension inverse	5			5			5			V	I_R = 100 μA
η_V	Rendement lumineux		147			570			630		lm/W	Note 6

Note :

L'intensité rayonnée, I_e, en W/st, peut être calculée à partir de l'équation : $I_e = I_V/\eta_V$, pour laquelle I_V est l'intensité lumineuse en candelas et η_V le rendement lumineux en lumens/watt

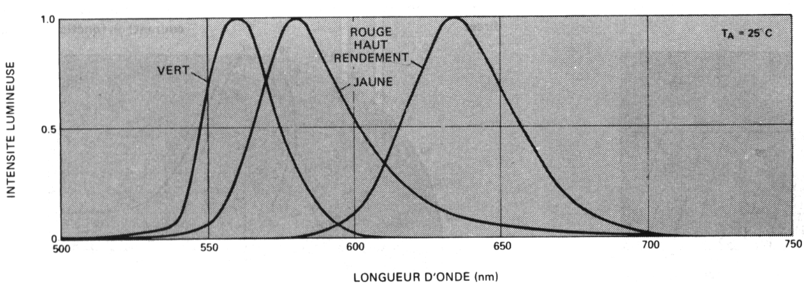


FIGURE 1 — Intensité lumineuse en fonction de la longueur d'onde

ROUGE HAUT RENDEMENT HLMP-1300, -1301, -1302, -1320, -1321

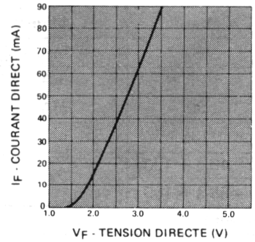


FIGURE 2 — Courant direct en fonction de la tension directe

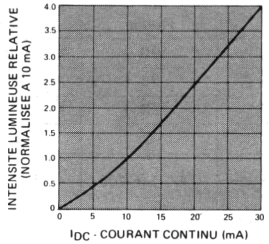


FIGURE 3 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct continu

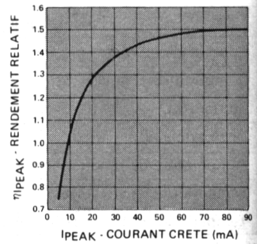


FIGURE 4 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

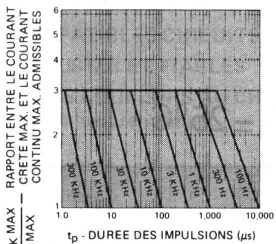


FIGURE 5 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

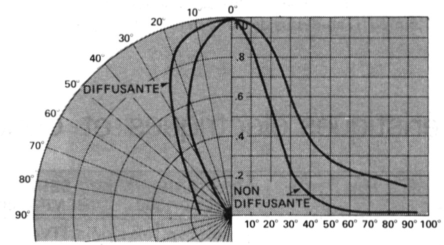


FIGURE 6 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

JAUNE HLMP-1400, -1401, 1402, -1420, -1421

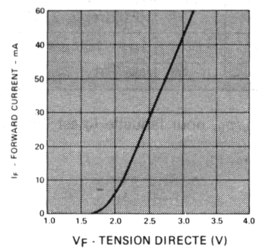


FIGURE 7 — Courant direct en fonction de la tension directe

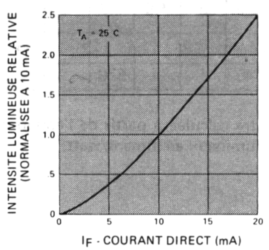


FIGURE 8 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

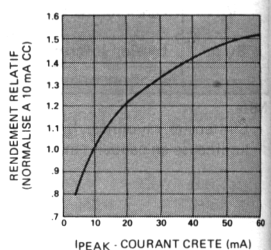


FIGURE 9 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

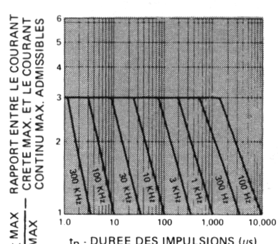


FIGURE 10 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

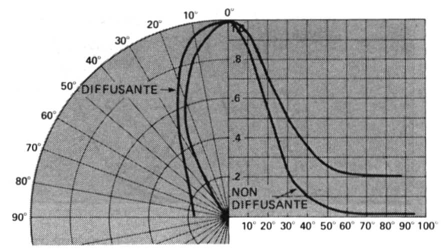


FIGURE 11 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

VERT HLMP-1503, -1523, -1520, -1521

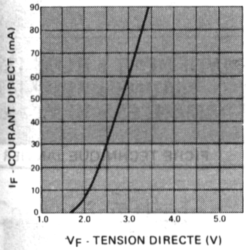


FIGURE 12 — Courant direct en fonction de la tension directe

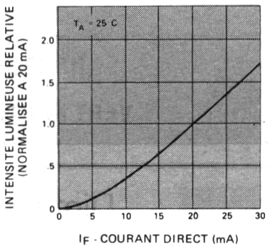


FIGURE 13 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

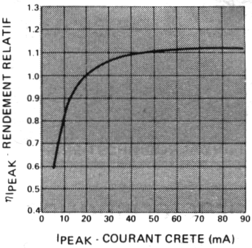


FIGURE 14 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

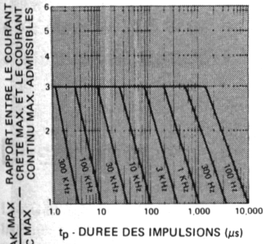


FIGURE 15 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

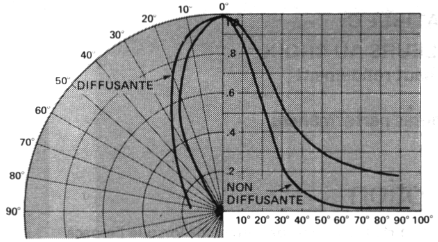
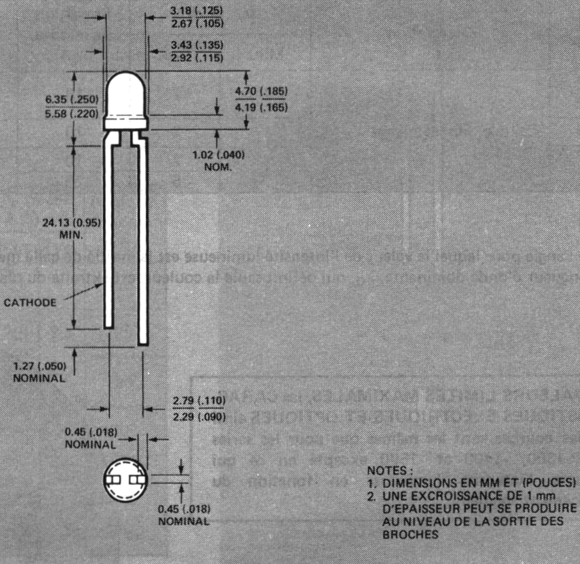


FIGURE 16 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

Dimensions



NOTES :
1. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)
2. UNE EXCROISSANCE DE 1 mm D'EPAISSEUR PEUT SE PRODUIRE AU NIVEAU DE LA SORTIE DES BROCHES

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

DEL PROFIL BAS ∅ 3 mm (T-1)

ROUGE HAUT RENDEMENT • HLMP-1350
JAUNE • HLMP-1450
VERT HAUTES PERFORMANCES • HLMP-1550

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

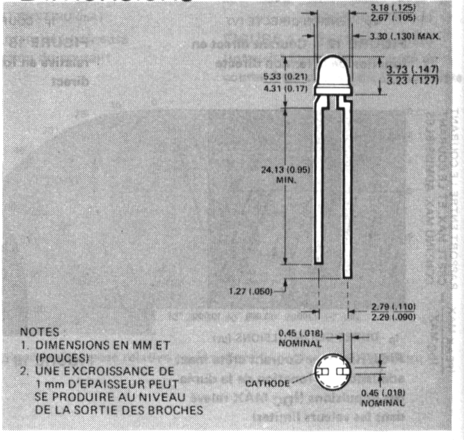
Caractéristiques

- **PROFIL BAS**
- **FAIBLE DIAMETRE (3,18 mm)**
- **FORTE INTENSITE LUMINEUSE**
- **COMPATIBLE CI**
- **3 COULEURS AU CHOIX**
  Rouge haut rendement
  Jaune
  Vert hautes performances

Description

Cette famille de DEL convient parfaitement lorsque l'espace est compté et que la luminosité ne peut être sacrifiée. La HLMP-1350 est une DEL teintée en rouge, diffusante à faisceau très ouvert, comme la DEL jaune HLMP-1450 et la DEL verte HLMP-1550.

Dimensions



NOTES
1. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)
2. UNE EXCROISSANCE DE 1 mm D'EPAISSEUR PEUT SE PRODUIRE AU NIVEAU DE LA SORTIE DES BROCHES

Intensité axiale et largeur de faisceau à 25°C

Réf. HLMP-	Description	I_V (mcd) Min.	I_V (mcd) Typ.	Condition de mesure (mA)	$2\Theta_{1/2}$ (Typ.) (1)	λ_d (nm-Typ.) (2)	Couleur
1350	Teintée, faisceau large	1	2	10	55°	626	Rouge haut rendement
1450	Teintée, faisceau large	1	2	10	55°	585	Jaune
1550	Teintée, faisceau large	1	2	10	55°	569	Vert
			5	20			

Notes :
1. $\Theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité lumineuse est la moitié de celle mesurée sur l'axe principal
2. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE

Les VALEURS LIMITES MAXIMALES, les CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES ET OPTIQUES ainsi que les courbes sont les mêmes que pour les séries HLMP-1300, -1400 et -1500 excepté en ce qui concerne l'intensité lumineuse en fonction du déplacement angulaire.

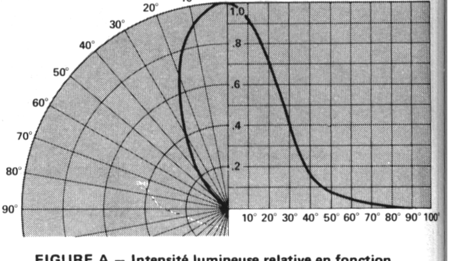


FIGURE A — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

DEL ∅ 3 mm ROUGE STANDARD (T-1)

SERIES HLMP-1000
SERIES HLMP-1200

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **FAISCEAU LARGE**
- **FAIBLES DIMENSIONS (ϕ 3,18 mm) BOITIERS T-1**
- **COMPATIBLES CIRCUITS INTEGRES**
- **FIABLES ET ROBUSTES**

Description

Les DEL au GaAsP des séries HLMP-1000 sont particulièrement destinées à équiper les circuits pour lesquels l'encombrement est un critère primordial tels les réseaux haute densité. Elles sont disponibles avec trois types de lentille :

- HLMP-1000 : lentille rouge diffusante avec excellent contraste éteint/allumé, forte intensité lumineuse axiale et faisceau large,
- HLMP-1080 : identique à HLMP-1000 mais lentille diffusante non teintée pour masquer la couleur rouge pendant l'extinction,
- HLMP-1071/-1201 : lentille plastique claire donnant une source ponctuelle; très intéressante pour éclairer des lentilles additionnelles, des voyants ou des photo-détecteurs.

Réf. HLMP-	Boîtier	Lentille	I_V (mcd) à 20 mA		Angle de faisceau $2\Theta 1/2$
			Min.	Typ.	
1000	A	Rouge diffusante	0,5	1	125°
1002	A	Rouge diffusante	1,5	2,5	125°
1080	A	Non teintée diffusante	0,5	1,5	125°
1071	A	Non teintée non diffusante	1	2	80°
1200	B	Non teintée non diffusante	0,5	1	120°
1201	B	Non teintée non diffusante	1,5	2,5	120°

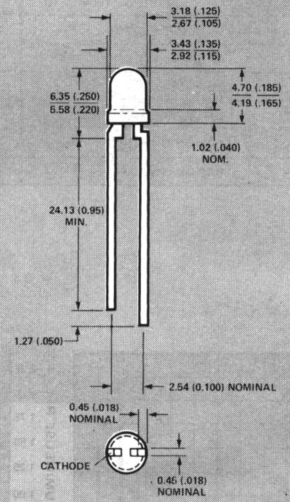


FIGURE A

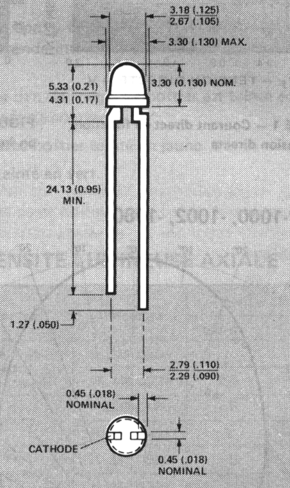


FIGURE B

NOTES :
1. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)
2. UNE EXCROISSANCE DE 1 mm D'EPAISSEUR PEUT SE PRODUIRE AU NIVEAU DE LA SORTIE DES BROCHES

Valeurs limites absolues à $T_A = 25°C$

Dissipation en CC . . . . 100 mW
Courant direct en CC (diminue de 0,2 mA/°C au-dessus de 50°C) . . . . 50 mA
Courant direct crête (impulsion de 1 µs, 300 impulsions/s) . . . . 1 A
Température de stockage et de fonctionnement . . . . – 55°C à + 100°C
Température de soudage . . . . 260°C pendant 5 s

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Symbole	Paramètre	Min.	Typ.	Max.	Unité	Condition de mesure
λ_{PEAK}	Longueur d'onde		655		nm	
τ_s	Temps de réponse		15		ns	
C	Capacité		100		pF	$V_F = 0$, f = 1 MHz
θ_{JC}	Résistance thermique		270		°C/W	Jonction/broche cathode
V_F	Tension directe	1,4	1,6	2	V	$I_F = 20$ mA
BV_R	Tension inverse	3	10		V	$I_R = 100$ µA

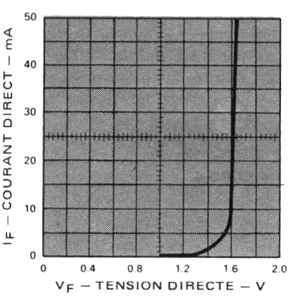


FIGURE 1 – Courant direct en fonction de la tension directe

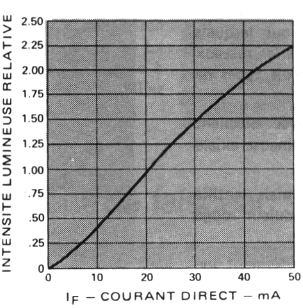


FIGURE 2 – Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

HLMP-1200, -1201

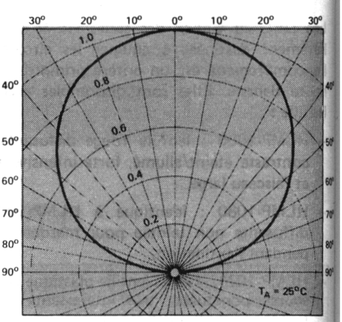


FIGURE 3 – Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

HLMP-1000, -1002, -1080

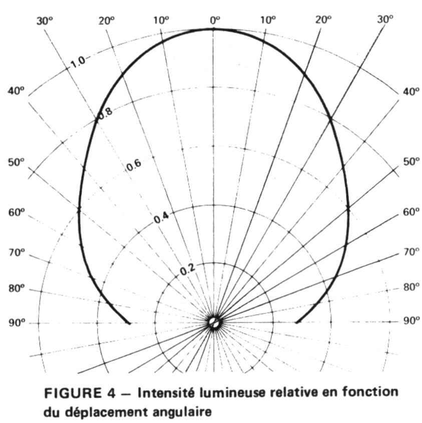


FIGURE 4 – Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

HLMP-1071

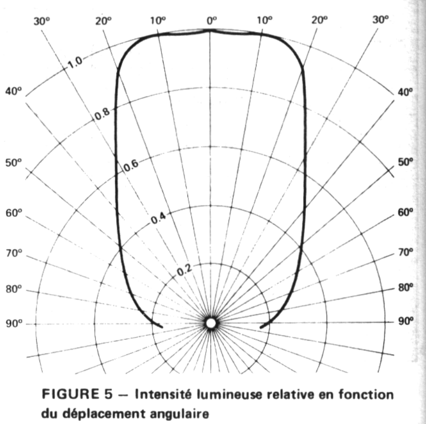


FIGURE 5 – Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

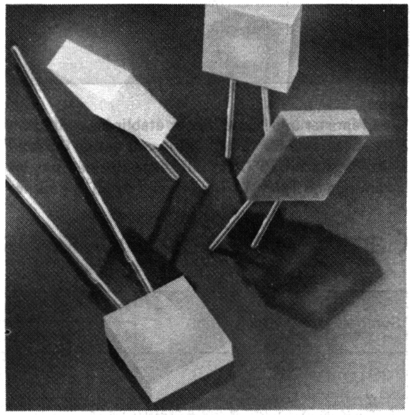
DEL RECTANGULAIRES

ROUGE HAUT RENDEMENT • HLMP-0300, -0301
JAUNE • HLMP-0400, -0401
VERT HAUTES PERFORMANCES • HLMP-0503, -0504

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- SURFACE EMISSIVE RECTANGULAIRE
- SURFACE EMISSIVE PLATE DE GRANDE LUMINANCE
- ALIGNABLES AVEC UN ENTRAXE DE 2,54 MM
- IDEALES POUR REALISER DES INDICATEURS EN ALIGNEMENT JOINTIF
- IDEALES POUR L'ECLAIRAGE D'ETIQUETTES PAR TRANSPARENCE
- GRANDE DUREE DE VIE : FIABILITE DES COMPOSANTS A SEMI-CONDUCTEURS
- CHOIX DE TROIS COULEURS
  ROUGE HAUT RENDEMENT
  JAUNE
  VERT HAUTES PERFORMANCES
- COMPATIBLES CIRCUITS INTEGRES/ FAIBLES COURANTS DE FONCTIONNEMENT



Description

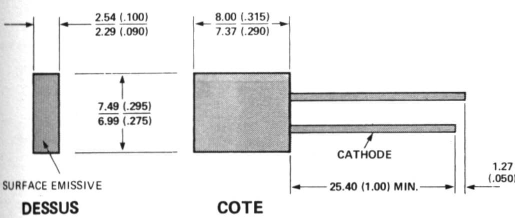
Les DEL de ces séries sont encapsulées dans un boîtier rectangulaire en résine époxy teintée et diffusante pour donner un fort contraste éteint/éclairé. La surface émissive plate émet une lumière de grande intensité. Les arêtes vives des boîtiers permettent de les accoler sans joint visible.

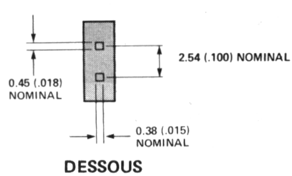
Les HLMP-0300 et-0301 ont une puce GaAsP sur GaP haut rendement émettant dans le rouge. Le boîtier est teinté en rouge. Le rendement de cette DEL est comparable au rouge GaP mais supporte de plus forts courants.

Les HLMP-0400 et -0401 ont une puce GaAsP sur GaP émettant dans le jaune avec boîtier teinté en jaune.

Les HLMP-0503 et -0504 ont une puce GaP émettant dans le vert avec boîtier teinté en vert.

Dimensions





NOTES :
1. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES).
2. UNE EXCROISSANCE DE 1 MM D'EPAISSEUR PEUT SE PRODUIRE AU NIVEAU DE LA SORTIE DES BROCHES.

INTENSITE LUMINEUSE AXIALE

Couleur	Référence	I_V (mcd) à 20 mA CC	
		Min.	Typ.
Rouge haut rendement	HLMP-0300	1	2,5
	HLMP-0301	2,5	5
Jaune	HLMP-0400	1,5	2,5
	HLMP-0401	3	5
Vert hautes performances	HLMP-0503	1,5	2,5
	HLMP-0504	3	5

Valeurs limites absolues à $T_A = 25^\circ C$

Paramètre	HLMP-0300, -0301	HLMP-0400,-0401	HLMP-0503, -0504	Unité
Courant direct crête	90	60	90	mA
Courant direct moyen (1)	25	20	25	mA
Courant CC (2)	30	20	30	mA
Dissipation (3)	135	85	135	mW
Température de fonctionnement	– 55 à + 100	– 55 à + 100	– 40 à + 100	°C
Température de stockage			– 55 à + 100	
Température de soudage des sorties à 1,6 mm du boîtier	260°C pendant 5 s			

Notes :
1. Se reporter à la figure 5 pour établir les conditions de fonctionnement en impulsions
2. Au-dessus de 50°C, réduire le courant de 0,5 mA/°C pour les DEL rouges et vertes et de 0,2 mA/°C pour les DEL jaunes
3. Au-dessus de 25°C, la puissance dissipée par les DEL rouges haut rendement et vertes diminue de 1,8 mW/°C; elle diminue de 1,6 mW/°C au-dessus de 50°C pour les DEL jaunes

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25^\circ C$

Symbole	Description	HLMP-0300/-0301			HLMP-0400/-0401			HLMP-0503/-0504			Unité	Condition de mesure
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
$2\Theta_{1/2}$	Angle d'ouverture du faisceau		100			100			100		deg.	Note 1, Figure 6
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête		635			583			565		nm	
λ_d	Longueur d'onde dominante		626			585			569		nm	Note 2
τ_s	Temps de réponse		90			90			500		ns	
C	Capacité		17			17			18		pF	$V_F = 0$; f = 1 MHz
Θ_{JC}	Résistance thermique		140			140			140		°C/W	Jonction/broche (à 1,6 mm du boîtier)
V_F	Tension directe	1,6	2,5	3	1,6	2,5	3	1,6	2,3	3	V	$I_F = 20$ mA Figure 2
B_{VR}	Tension inverse	5			5			5			V	$I_R = 100\ \mu A$
η_V	Rendement lumineux		147			570			630		lm/W	Note 3

Notes :
1. $\Theta_{1/2}$: angle pour lequel l'intensité lumineuse est moitié de celle mesurée sur l'axe principal
2. La longueur d'onde λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE
3. L'intensité rayonnée I_e, en watts/stéradian, peut être calculée à partir de l'équation $I_e = I_V/\eta_V$, dans laquelle I_V est l'intensité lumineuse en candelas et η_V le rendement lumineux en lumens/watt

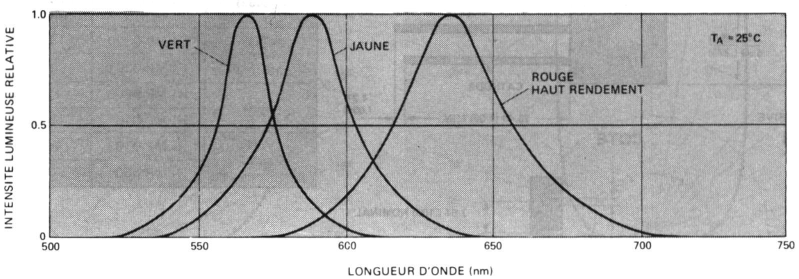


FIGURE 1 – Intensité lumineuse relative en fonction de la longueur d'onde

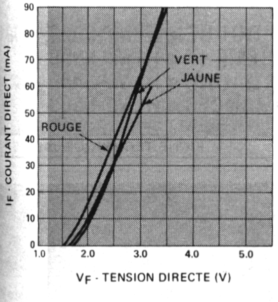


FIGURE 2 — Courant direct en fonction de la tension directe

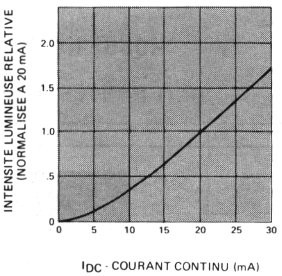


FIGURE 3 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct continu

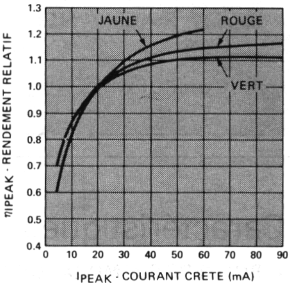


FIGURE 4 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

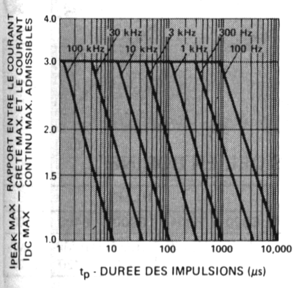


FIGURE 5 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

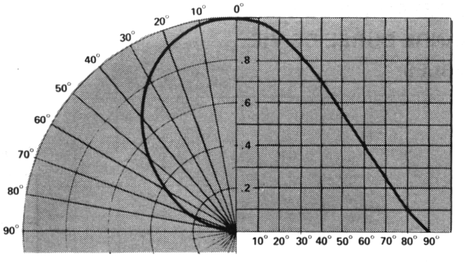


FIGURE 6 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

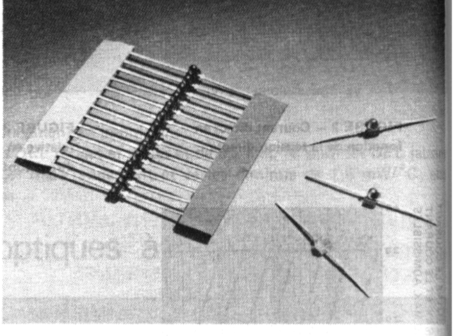
DEL SUBMINIATURES

ROUGE • HLMP-6000, -6001
ROUGE HAUT RENDEMENT • HLMP-6300
JAUNE • HLMP-6400
VERT HAUTES PERFORMANCES • HLMP-6500

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1

Caractéristiques

- BOITIERS SUBMINIATURES
- ALIGNABLES
- PROFIL BAS
- SORTIES RADIALES
- GRAND ANGLE DE VISION
- GRANDE DUREE DE VIE
- FIABLES



REFERENCE DES DEL EN BOBINE

Référence DEL	HLMP-				
	6000	6001	6300	6400	6500
Référence bande	HLMP-6020	HLMP-6021	HLMP-6320	HLMP-6420	HLMP-6520

Description

Les DEL des séries HLMP-6XXX sont des diodes électroluminescentes subminiatures à sorties radiales en boîtier époxy moulé. La lentille diffusante teintée est à fort contraste allumé/éteint et à grand angle de vision.

Les HLMP-6000, -6001 sont des DEL au GaAsP émettant dans le rouge en boîtier teinté rouge foncé.

Les HLMP-6300, haut rendement au GaAsP sur puce GaP, émettent dans le rouge. Leur boîtier est teinté en rouge.

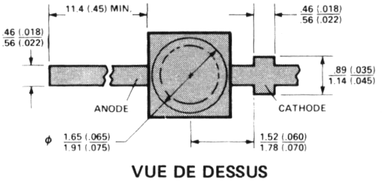
Les HLMP-6400 émettent dans le jaune. Le boîtier de ces DEL, au GaAsP sur puce GaP, est moulé et teinté en jaune.

Les HLMP-6500, au GaP, émettent dans le vert; leur boîtier moulé est teinté en vert.

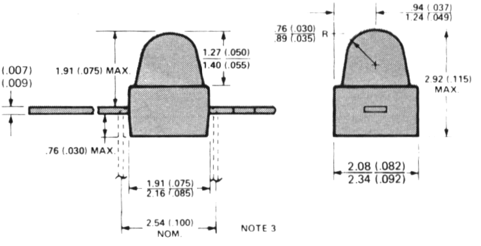
Des assemblages de DEL sont disponibles sur demande. Ils comprennent un alignement de plusieurs boîtiers montés d'une pièce avec sorties d'anode et de cathode parallèles et indépendantes. Leur entraxe est de 2,54 mm.

Les DEL de cette série peuvent être fournies en bobines pour insertion automatique.

Dimensions



VUE DE DESSUS



VUE DE COTE

NOTES :
1. TOUTES LES DIMENSIONS SONT EN MM ET (POUCES)
2. AUTRES FORMES DE PATTES DISPONIBLES EN OPTION

Valeurs limites absolues à $T_A = 25°C$

Paramètre	Rouge HLMP-6000 -6001	Rouge haut rendement HLMP-6300	Jaune HLMP-6400	Vert HLMP-6500	Unité
Dissipation	100	120	120	120	mW
Courant direct CC	50 (1)	30 (2)	20 (1)	30 (2)	mA
Courant crête direct	1000 voir Fig. 5	60 voir Fig. 10	60 voir Fig. 15	60 voir Fig. 20	mA
Température de fonctionnement	– 55 à + 100	– 55 à + 100	– 55 à + 100	– 40 à + 100	°C
Température de stockage				– 55 à + 100	
Température de soudage (à 1,6 mm du boîtier)	260°C pendant 3 s				

Notes : 1. Diminue linéairement de 0,2 mA/°C au-dessus de 50°C
2. Diminue linéairement de 0,5 mA/°C au-dessus de 50°C

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Symbole	Description	HLMP-6000 -6001			HLMP-6300			HLMP-6400			HLMP-6500			Unité	Condition de mesure
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
I_V	Intensité lumineuse axiale	–/0,5	1,2		1	3		1	3		1	3		mcd	$I_F = 10$ mA Fig. 3, 8, 13, 18
$2\Theta_{1/2}$	Angle d'ouverture du faisceau		45			80			90			70		deg.	Note 1 Fig. 6, 11, 16, 21
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête		655			635			583			565		nm	
λ_d	Longueur d'onde dominante		640			629			585			569		nm	Note 2
τ_s	Temps de réponse		15			90			90			500		ns	
C	Capacité		100			11			15			18		pF	$V_F = 0, f = 1$ MHz
Θ_{JC}	Résistance thermique		125			120			100			100		°C/W	Jonct./broche cath. à 0,8 mm du boîtier
V_F	Tension directe	1,4	1,6	2	1,5	2,2	3	1,5	2,2	3	1,5	2,3	3	V	$I_F = 10$ mA Fig. 2, 7, 12, 17
BV_R	Tension inverse	3	10		5	15		5	15		5	20		V	$I_R = 100\ \mu A$
η_V	Rendement lumineux		55			147			570			630		lm/W	Note 3

Notes :
1. $\Theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité lumineuse est moitié de celle mesurée sur l'axe principal
2. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE
3. L'intensité rayonnée, I_e, en W/st, peut être calculée à partir de l'équation : $I_e = I_V/\eta_V$, pour laquelle I_V est l'intensité lumineuse en candelas et η_V le rendement lumineux en lumens/watt

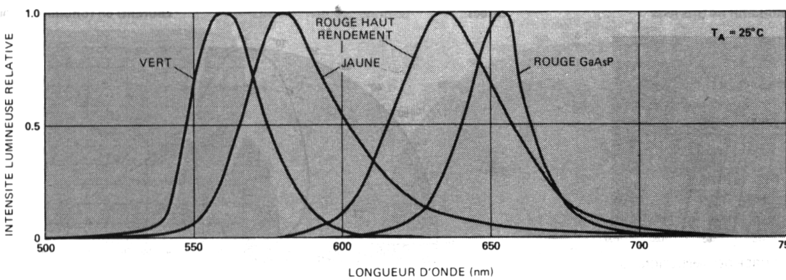


FIGURE 1 – Intensité lumineuse relative en fonction de la longueur d'onde

ROUGE HLMP-6000, -6001

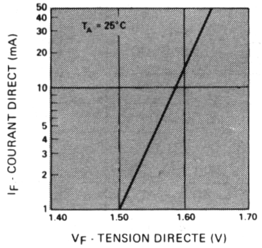


FIGURE 2 — Courant direct en fonction de la tension directe

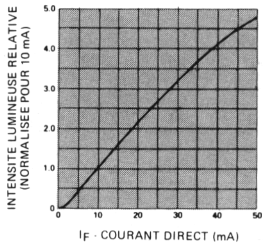


FIGURE 3 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

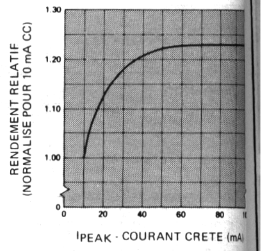


FIGURE 4 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

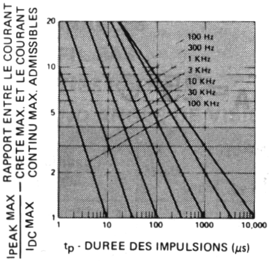


FIGURE 5 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

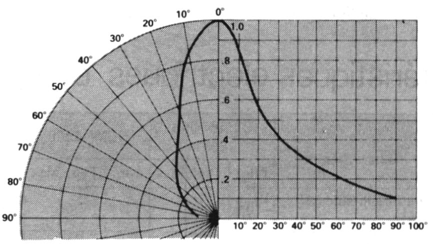


FIGURE 6 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

ROUGE HAUT RENDEMENT HLMP-6300

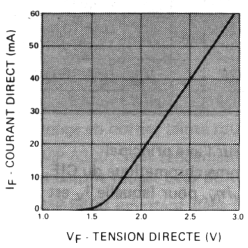


FIGURE 7 — Courant direct en fonction de la tension directe

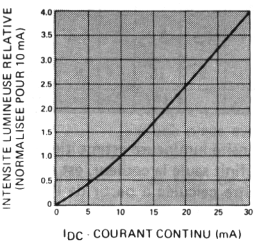


FIGURE 8 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

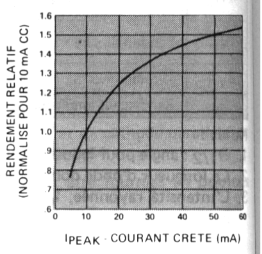


FIGURE 9 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

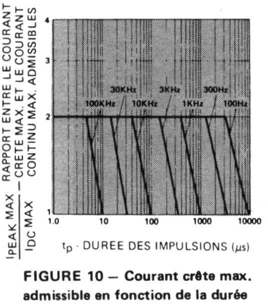


FIGURE 10 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

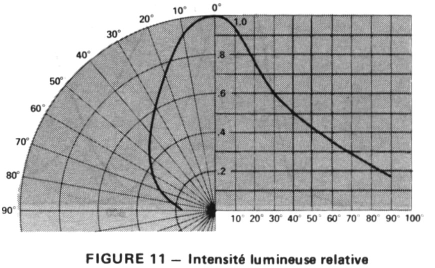


FIGURE 11 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

JAUNE HLMP-6400

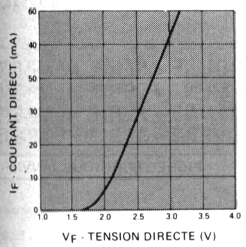


FIGURE 12 — Courant direct en fonction de la tension directe

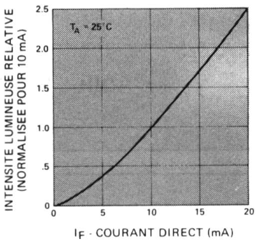


FIGURE 13 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

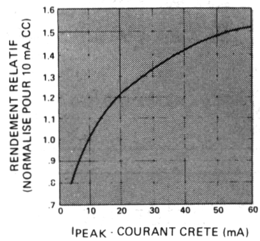


FIGURE 14 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

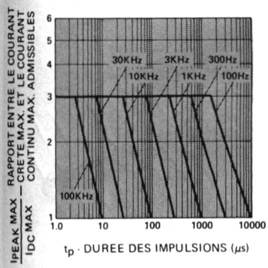


FIGURE 15 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

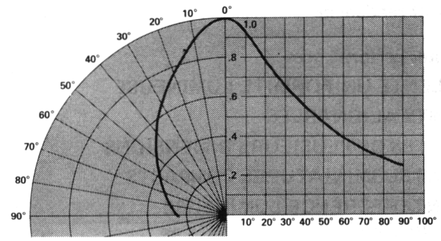


FIGURE 16 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

VERT HLMP-6500

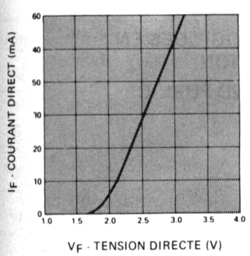


FIGURE 17 — Courant direct en fonction de la tension directe

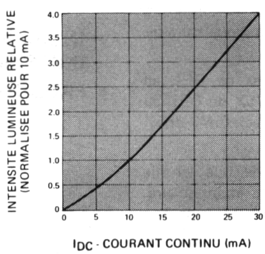


FIGURE 18 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct continu

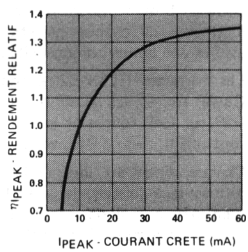


FIGURE 19 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

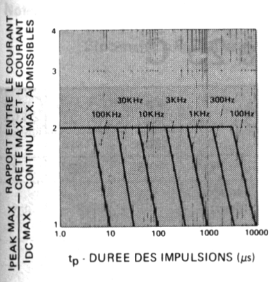


FIGURE 20 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

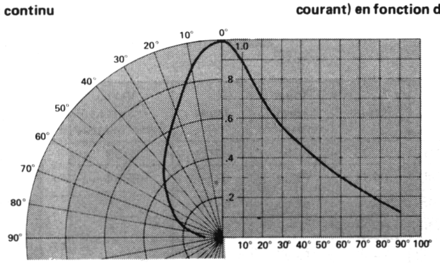


FIGURE 21 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

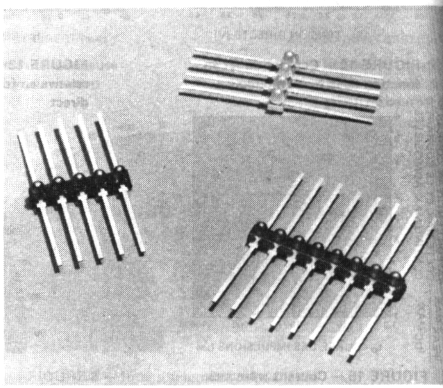
BARRETTES DE DEL SUBMINIATURES

ROUGE • SERIE HLMP-620[illegible]
ROUGE HAUT RENDEMENT • SERIE HLMP-665[illegible]
JAUNE • SERIE HLMP-675[illegible]
VERT • SERIE HLMP-685[illegible]

FICHE TECHNIQUE JANVIER 19[illegible]

Caractéristiques

- **LUMINOSITE AMELIOREE**
- **DISPONIBLES EN QUATRE COULEURS**
  Rouge
  Rouge haut rendement
  Jaune
  Vert hautes performances
- **EXCELLENTE UNIFORMITE LUMINEUSE**
- **ELEMENTS ALIGNABLES**
- **BARRETTES DE PLUSIEURS DIMENSIONS**
- **BOITIERS SUBMINIATURES COMPACTS**
- **PAS D'INTERFERENCE LUMINEUSE ENTRE DIODES**



Description

Les barrettes de DEL de la série HLMP-6XXX sont constituées de plusieurs DEL subminiatures surmoulées en une seule pièce. Elles sont vérifiées pour assurer une homogénéité entre DEL ne dépassant pas le rapport 2,1 à 1. L'intensité lumineuse de chaque barrette est repérée pour pouvoir assurer une bonne homogénéité entre barrettes.

Les barrettes HLMP-620X sont constituées de DEL au GaAsP rouges, les HLMP-665X et HLMP-675X de DEL au GaP sur GaP rouges et jaunes. Les barrettes HLMP-685X sont constituées de DEL vertes au GaP.

Chaque diode est indépendante et possède une lentille diffusante à faisceau large et fort contraste éteint-éclairé. L'entraxe des diodes est de 2,54 mm. Elles peuvent être livrées sur commande spéciale avec sorties coudées à 90° et avec entraxe de 2,54 ou 5,08 mm.

Barrette	Rouge	Rouge Haut rendement	Jaune	Vert Hautes performances
3 DEL - HLMP-	6203	6653	6753	6853
4 DEL - HLMP-	6204	6654	6754	6854
5 DEL - HLMP-	6205	6655	6755	6855
6 DEL - HLMP-	6206	6656	6756	6856
8 DEL - HLMP-	6208	6658	6758	6858

Applications

- **CONTROLE INDUSTRIEL**
- **INDICATEURS DE POSITION**
- **EQUIPEMENTS DE BUREAU**
- **INDICATEURS LOGIQUES EN INSTRUMENTATION**
- **PRODUITS GRAND PUBLIC**

Intensité lumineuse axiale et angle d'ouverture du faisceau à 25°C

Réf.	Nb de DEL	Couleur	I_v par DEL (mcd) sous 10 mA CC Min.	I_v par DEL (mcd) sous 10 mA CC Typ.	$2\Theta_{1/2}$ Note 1
HLMP-620X	X = 3, 4,5,6,8	Rouge	0,5	1,2	45°
HLMP-665X		Rouge Haut rendement	1	3	80°
HLMP-675X		Jaune	1	3	90°
HLMP-685X		Vert	1	3	70°

Note :
1. $\Theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité lumineuse est moitié de celle mesurée sur l'axe principal.

Valeurs limites absolues à $T_A = 25°C$

Paramètre	Rouge	Rouge Haut rendement	Jaune	Vert	Unité
Courant direct crête	1000	60	60	60	mA
Courant CC	50 (1)	30 (2)	20 (1)	30 (2)	mA
Dissipation	100	120	120	120	mW
Température de fonctionnement	− 55 à + 100	− 55 à + 100	− 55 à + 100	− 40 à + 100	°C
Température de stockage				− 55 à + 100	
Température de soudage (à 1,6 mm du boîtier)	260° C pendant 3 s				

Notes :
1. Diminue linéairement de 0,2 mA/°C au-dessus de 50°C
2. Diminue linéairement de 0,5 mA/°C au-dessus de 50°C

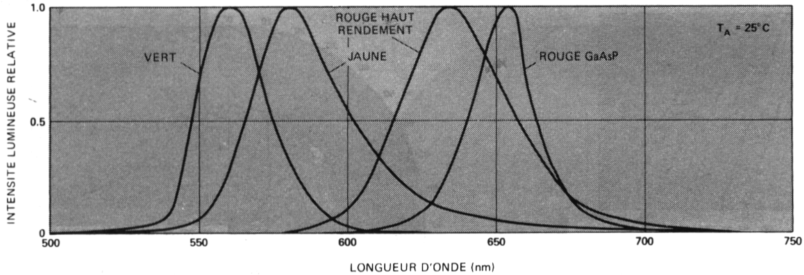


FIGURE 1 — Intensité lumineuse relative en fonction de la longueur d'onde

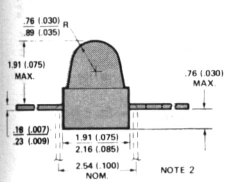
Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

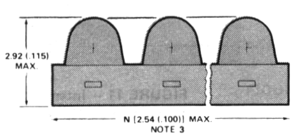
Symbole	Description	HLMP-62XX Min.	HLMP-62XX Typ.	HLMP-62XX Max.	HLMP-665X Min.	HLMP-665X Typ.	HLMP-665X Max.	HLMP-675X Min.	HLMP-675X Typ.	HLMP-675X Max.	HLMP-685X Min.	HLMP-685X Typ.	HLMP-685X Max.	Unité	Condition de mesure
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête		655			635			583			565		nm	
λ_d	Longueur d'onde dominante		640			629			585			569		nm	Note 1
τ_s	Temps de réponse		15			90			90			500		ns	
C	Capacité		100			11			15			18		pF	$V_F = 0, f = 1$ MHz
Θ_{JC}	Résistance thermique		125			120			100			100		°C/W	Jonct./broche cath. à 0,8 mm du boîtier
V_F	Tension directe	1,4	1,6	2	1,5	2,2	3	1,5	2,2	3	1,5	2,3	3	V	$I_F = 10$ mA Fig. 2, 7, 12, 17
B_{VR}	Tension inverse	3	10		5	15		5	15		5	20		V	$I_R = 100\ \mu A$
η_v	Rendement lumineux		55			147			570			630		lm/W	Note 2

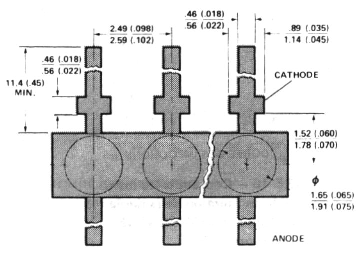
Notes :
1. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE
2. L'intensité rayonnée, I_e, en W/st, peut être calculée à partir de l'équation : $I_e = I_v/\eta_v$, pour laquelle I_v est l'intensité lumineuse en candelas et η_v le rendement lumineux en lumens/watt

Dimensions

NOTES :
1. TOUTES LES DIMENSIONS SONT EN MM ET (POUCES)
2. AUTRES FORMES DE PATTES DISPONIBLES EN OPTION
3. LA LONGUEUR TOTALE EST EGALE AU NOMBRE D'ELEMENTS x 2,54 mm







ROUGE SERIE HLMP-62XX

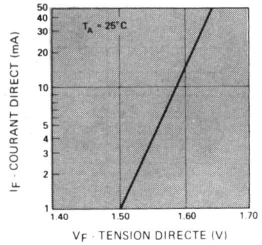


FIGURE 2 — Courant direct en fonction de la tension directe

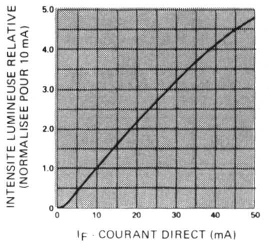


FIGURE 3 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

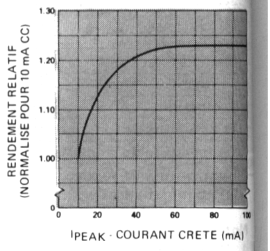


FIGURE 4 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

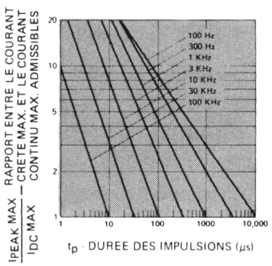


FIGURE 5 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

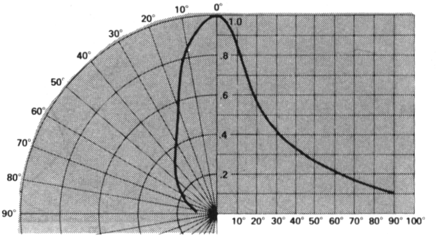


FIGURE 6 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

ROUGE HAUT RENDEMENT SERIE HLMP-665X

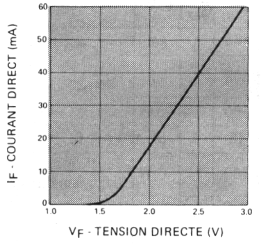


FIGURE 7 — Courant direct en fonction de la tension directe

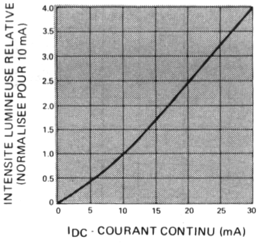


FIGURE 8 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct continu

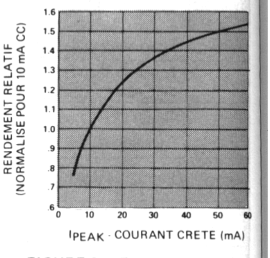


FIGURE 9 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

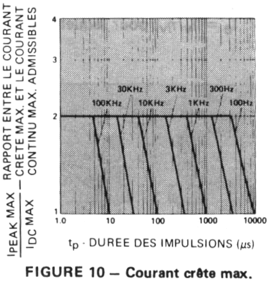


FIGURE 10 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

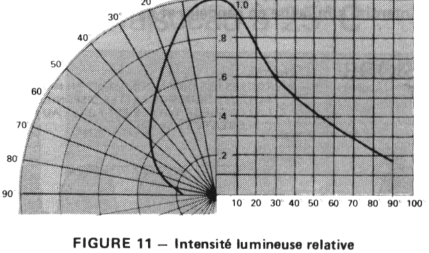


FIGURE 11 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

JAUNE SERIE HLMP-675X

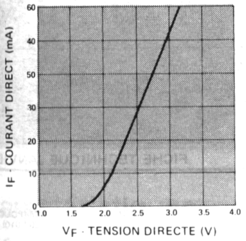


FIGURE 12 — Courant direct en fonction de la tension directe

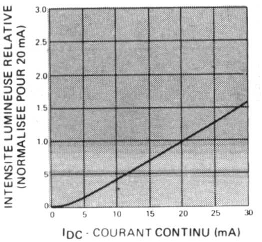


FIGURE 13 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct continu

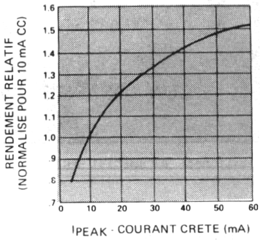


FIGURE 14 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

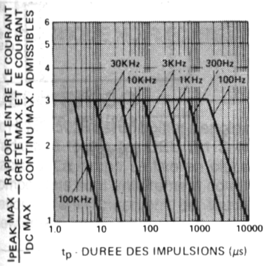


FIGURE 15 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

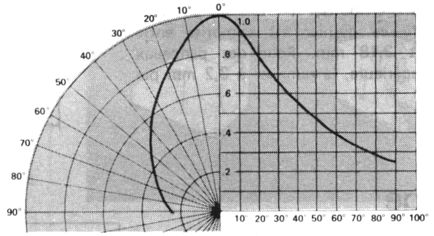


FIGURE 16 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

VERT SERIE HLMP-685X

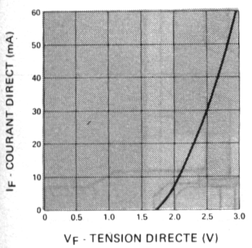


FIGURE 17 — Courant direct en fonction de la tension directe

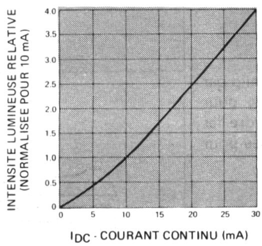


FIGURE 18 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct continu

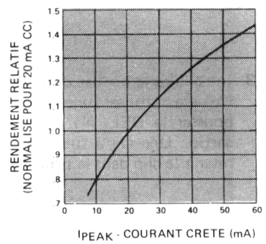


FIGURE 19 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

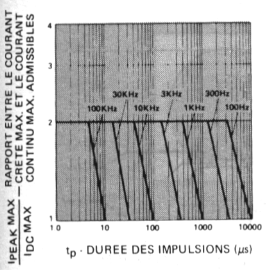


FIGURE 20 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

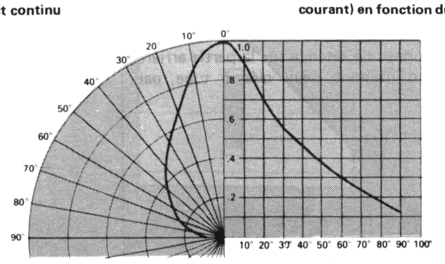


FIGURE 21 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

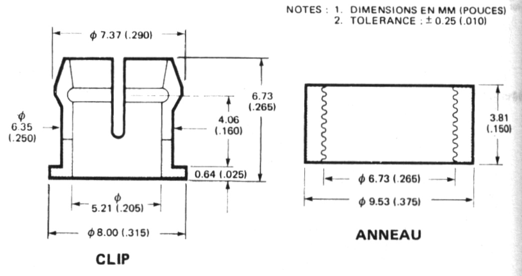
CLIP POUR MONTAGE DES DEL ∅ 5 mm SUR PANNEAU (T-1 3/4)

HLMP-0103

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Description

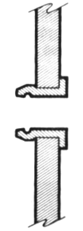
Le HLMP-0103 est constitué par un clip et son anneau de retenue en plastique noir servant à monter les DEL en boîtier T-1 3/4 sur panneau. L'épaisseur de ce dernier est comprise entre 1,52 mm et 3,18 mm. Pour des panneaux d'épaisseur supérieure, la ramener à 3,2 mm par un lamage.



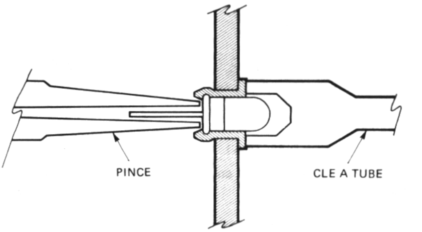
Montage

1. Percer un trou de diamètre égal à 6,15 mm qui doit être ébarbé mais non chanfreiné.

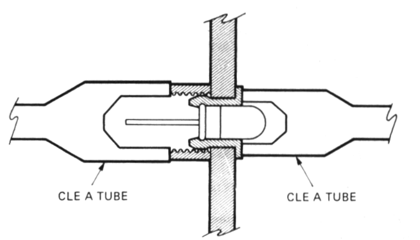
2. Introduire le clip dans le trou par la face avant.



3. Introduire le boîtier de la DEL dans le clip par l'arrière. Utiliser une pince à bec long pour pousser la DEL. Ne pas forcer ou tordre les sorties. Une clé à tube peut être utilisée pour retenir le clip dans le trou.



4. Glisser l'anneau de retenue sur la partie arrière du clip en utilisant deux clés à tube, par exemple.



HEWLETT PACKARD
COMPOSANTS

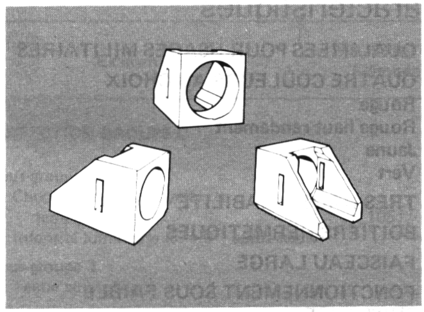
BOITIER A ANGLE DROIT POUR DEL T-1 3/4

HLMP-5029

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

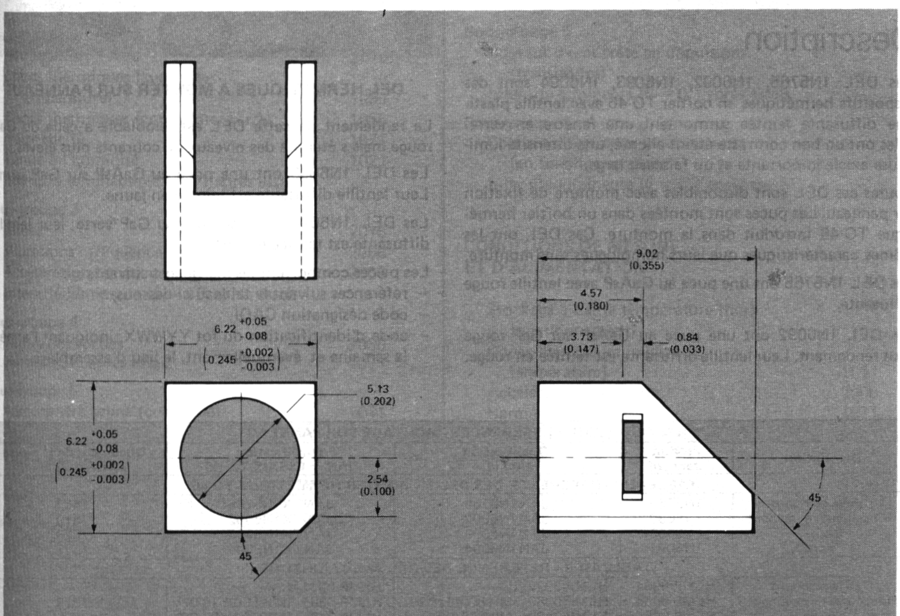
- **S'ADAPTE A N'IMPORTE QUELLE DEL T-1 3/4 A DOME ELEVE**
- **MONTAGE SIMPLIFIE ET RAPIDE**
- **PLASTIQUE NOIR FORTEMENT CONTRASTE**



Description

Le HLMP-5029 est un boîtier à angle droit en plastique noir qui s'adapte à toutes les DEL T-1 3/4 à dôme élevé Hewlett-Packard. La lampe se fixe en place par encliquetage. Ces composants sont entièrement compatibles avec les spécifications d'environnement de toutes les lampes T-1 3/4 Hewlett-Packard.

Dimensions



SAUF INDICATION CONTRAIRE, TOUTES LES TOLÉRANCES SONT ± 0.254 mm
DIMENSIONS EN MILLIMETRES (POUCES)

BREVET EN COURS

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

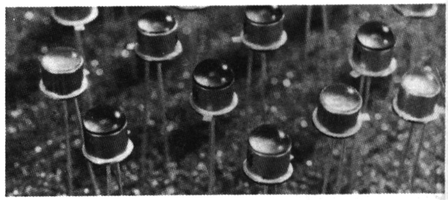
DEL HERMÉTIQUES QUALIFICATION JAN

1N5765 JAN1N5765 JANTX1N5765 — 1N6092 JAN1N6092 JANTX1N6092 — 1N6093 JAN1N6093 JANTX1N6093 — 1N6094 JAN1N6094 JANTX1N6094

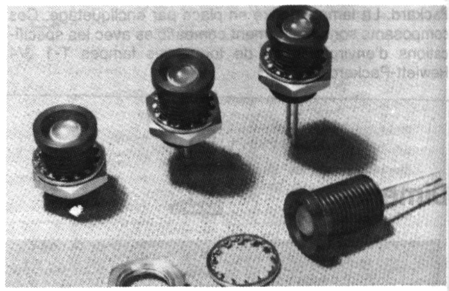
FICHE TECHNIQUE JANVIER 19

Caractéristiques

- **QUALIFIEES POUR USAGES MILITAIRES**
- **QUATRE COULEURS AU CHOIX**
  Rouge
  Rouge haut rendement
  Jaune
  Vert
- **TRES HAUTE FIABILITE**
- **BOITIERS HERMETIQUES**
- **FAISCEAU LARGE**
- **FONCTIONNEMENT SOUS FAIBLE PUISSANCE**
- **COMPATIBLES CIRCUITS INTEGRES**
- **GRANDE DUREE DE VIE**
- **DEL A MONTER SUR PANNEAU : A SORTIES POUR CONNEXIONS ENROULEES ET BOITIER ISOLE ELECTRIQUEMENT**



DEL HERMETIQUES TO-46



DEL HERMETIQUES A MONTER SUR PANNEAU

Description

Les DEL 1N5765, 1N6092, 1N6093, 1N6094 sont des dispositifs hermétiques en boîtier TO-46 avec lentille plastique diffusante teintée surmontant une fenêtre en verre. Elles ont un bon contraste éteint-allumé, une intensité lumineuse axiale importante et un faisceau large.

Toutes ces DEL sont disponibles avec monture de fixation sur panneau. Les puces sont montées dans un boîtier hermétique TO-46 introduit dans la monture. Ces DEL ont les mêmes caractéristiques que leurs homologues sans monture.

Les DEL 1N5765 ont une puce au GaAsP avec lentille rouge diffusante.

Les DEL 1N6092 ont une puce au GaAsP sur GaP rouge haut rendement. Leur lentille diffusante est teintée en rouge.

Le rendement de cette DEL est semblable à celle du GaP rouge mais s'étend à des niveaux de courants plus élevés.

Les DEL 1N6093 ont une puce au GaAsP sur GaP jaune. Leur lentille diffusante est teintée en jaune.

Les DEL 1N6094 ont une puce au GaP verte; leur lentille diffusante est teintée en vert.

Les pièces comportent les marquages suivants :
- références suivant le tableau ci-dessous,
- code désignation CAQI,
- code d'identification du lot YYWWX, indiquant l'année, la semaine et, éventuellement, le lieu d'assemblage.

COULEUR - REFERENCES - MONTAGE SUR PANNEAU				
Description	**Produit standard**	**Qualification JAN (1)**	**Qualification JAN + ESSAIS TX (2)**	**Document de la norme MIL-S-19500 (4)**
TABLEAU I - REFERENCE DES DEL EN BOITIER HERMETIQUE TO-46				
Rouge standard	1N5765	JAN1N5765	JANTX1N5765	/467
Rouge haut rendement	1N6092	JAN1N6092	JANTX1N6092	/519
Jaune	1N6093	JAN1N6093	JANTX1N6093	/520
Vert	1N6094	JAN1N6094	JANTX1N6094	/521
TABLEAU II - REFERENCE DES DEL AVEC MONTURE (3)				
Rouge standard	HLMP-0904	HLMP-0930 (—)	HLMP-0931 (—)	—
Rouge haut rendement	HLMP-0354	HLMP-0380 (M19500/519-01)	HLMP-0381 (M19500/519-02)	/519
Jaune	HLMP-0454	HLMP-0480 (M19500/520-01)	HLMP-0481 (M19500/520-02)	/520
Vert	HLMP-0554	HLMP-0580 (M19500/521-01)	HLMP-0581 (M19500/521-02)	/521

Notes :
1. Les références sont marquées J1NXXXX ou comme indiqué
2. Les références sont marquées JTX1NXXXX ou comme indiqué
3. Les DEL à monter sur panneau comportent la DEL référencée dans le tableau I plus l'ensemble de pièces constitué par la monture, l'ensemble prenant la référence indiquée dans le tableau II
4. Uniquement pour les références JAN et JANTX

JAN : Les échantillons prélevés sur chaque lot sont soumis aux essais du groupe A pour les paramètres indiqués au tableau I et aux essais mentionnés ci-dessous des groupes B et C. Tous les essais sont réalisés en conformité et dans les limites spécifiées par la norme MIL-S-19500. Le résumé des spécifications pour les essais de réception des groupes A, B et C est joint à chaque expédition.

JANTX : Les DEL sont soumises à 100% aux essais mentionnés ci-dessous dans les conditions et limites spécifiées par les normes MIL-S-19500. Le lot de JANTX subit alors les essais des groupes A, B, et C comme les DEL JAN ci-dessus. Le résumé des spécifications pour les essais de réception est joint à chaque expédition.

Examen ou Essai	MIL-STD-750 Méthode
INSPECTION GROUPE A	
Sous-groupe 1	
Examen visuel et mécanique	2071
Sous-groupe 2	
Intensité lumineuse ($\theta = 0°$)	–
Intensité lumineuse ($\theta = 30°$)	–
Courant inverse	4016
Tension directe	4011
Sous-groupe 3	
Capacité	4001
INSPECTION GROUPE B	
Sous-groupe 1	
Dimensions physiques	2066
Sous-groupe 2	
Soudabilité	2026
Chocs thermiques (cycles de température)	1051
Chocs thermiques (contraintes verre)	1056
Herméticité	1071
Tenue à l'humidité	1021
Intensité lumineuse ($\theta = 0°$) après essais	–
Sous-groupe 3	
Chocs	2016
Vibrations : fréquence variable	2056
Accélération constante	2006
Intensité lumineuse ($\theta = 0°$) après essais	–
Sous-groupe 4	
Tenue des sorties	2036
Herméticité après essais	1071
Sous-groupe 5	
Atmosphère saline (corrosion)	1041
Sous-groupe 6	
Tenue à haute température (hors fonctionnement)	1032
Intensité lumineuse ($\theta = 0°$) après essais	–
Sous-groupe 7	
Durée de vie au repos (en fonctionnement)	1027
Intensité lumineuse ($\theta = 0°$) après essais	–

Examen ou Essai	MIL-STD-750 Méthode
INSPECTION GROUPE C	
Sous-groupe 1	
Chocs thermiques (cycles de température)	1051
Intensité lumineuse ($\theta = 0°$) après essais	–
Sous-groupe 2	
Tenue aux solvants	–
Sous-groupe 3	
Tenue à haute température (hors fonctionnement)	1031
Intensité lumineuse ($\theta = 0°$) après essais	–
Sous-groupe 4	
Durée de vie au repos (en fonctionnement)	1026
Intensité lumineuse ($\theta = 0°$) après essais	–
Sous-groupe 5	
Courant direct crête en impulsions (transitoires)	–
Intensité lumineuse ($\theta = 0°$) après essais	–
Sous-groupe 6	
Courant direct crête en impulsions (en fonctionnement)	–
Intensité lumineuse ($\theta = 0°$) après essais	–
CONDITIONS DE MESURE ET D'ALIMENTATION	
Stockage à haute température (hors fonctionnement)	–
Chocs thermiques (cycles de température)	1051
Accélération constante	2006
Herméticité	1071
Intensité lumineuse ($\theta = 0°$)	–
Tension directe	4011
Courant inverse	4016
Rodage (polarisation directe)	–
Mesure en fin d'essais (après 72 h de rodage)	
Δ Intensité lumineuse ($\theta = 0°$)	–
Δ Tension directe	4011

Valeurs limites absolues à $T_A = 25^oC$

Paramètre	Rouge HLMP-0904	Rouge haut rendement HLMP-0354	Jaune HLMP-0454	Vert HLMP-0554	Unité
Puissance dissipée (diminue linéairement de 1,6 mW/°C à partir de 50°C)	100	120	120	120	mW
Courant direct moyen	50 (1)	35 (2)	35 (2)	35 (2)	mA
Courant direct crête	1000 voir Figure 5	60 voir Figure 10	60 voir Figure 15	60 voir Figure 20	mA
Température de stockage et de fonctionnement	– 65°C à + 100°C				
Température de soudage (à 1,6 mm du boîtier)	260°C pendant 7 s				

Notes : 1. Varie de 0,2 mA/°C à partir de 50°C 2. Varie de 0,5 mA/°C à partir de 50°C

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25^oC$

Symbole	Description	HLMP-0904			HLMP-0354			HLMP-0454			HLMP-0554			Unité	Conditions de mesure
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
I_{V_1}	Intensité lumineuse axiale	0,5	1		1	5		1	5		0,8 à $I_F = 25$ mA	3		mcd	$I_F = 20$ mA Fig. 3,8,13 et 18, $\theta = 0°$
I_{V_2}	Intensité lumineuse à $\theta = 30°$ (5)	0,3			0,5			0,5			0,4			mcd	$I_F = 20$ mA $\theta = 30°$
$2\Theta_{1/2}$	Angle d'ouverture du faisceau		60			70			70			70		deg.	Note 1 Figures 6,11, 16 et 21
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête (5)	630	655	700	590	635	695	550	583	660	525	565	600	nm	
λ_d	Longueur d'onde dominante		640			626			585			570		nm	Note 2
τ_s	Temps de réponse		10			200			200			200		ns	
C	Capacité (5)		200	300		35	100		35	100		35	100	pF	$V_F = 0$, f = 1 MHz
Θ_{JC}	Résistance thermique*		425			425			425			425		°C/W	Note 3
Θ_{JC}	Résistance thermique**		550			550			550			550		°C/W	Note 3
V_F	Tension directe		1,6	2		2	3		2	3		2,1 à $I_F = 25$ mA	3	V	$I_F = 20$ mA Figures 2,7, 12 et 17
I_R	Courant inverse (5)			1			1			1			1	μA	$V_R = 3$ V
B_{VR}	Tension inverse	4	5		5			5			5			V	$I_R = 100$ μA
η_V	Rendement lumineux		56			140			455			600		lm/W	Note 4

Notes :

1. $\Theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité lumineuse est la moitié de celle mesurée sur l'axe principal
2. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE
3. Jonction/broche cathode à 3,18 mm de la base du boîtier
4. L'intensité rayonnée, I_e, en W/st, peut être calculée à partir de l'équation $I_e = I_V/\eta_V$, pour laquelle I_V est l'intensité lumineuse en candelas et η_V le rendement lumineux en lumens/watt
5. Ne concerne que les produits JAN

* Montage sur panneau
** Boîtier TO-46

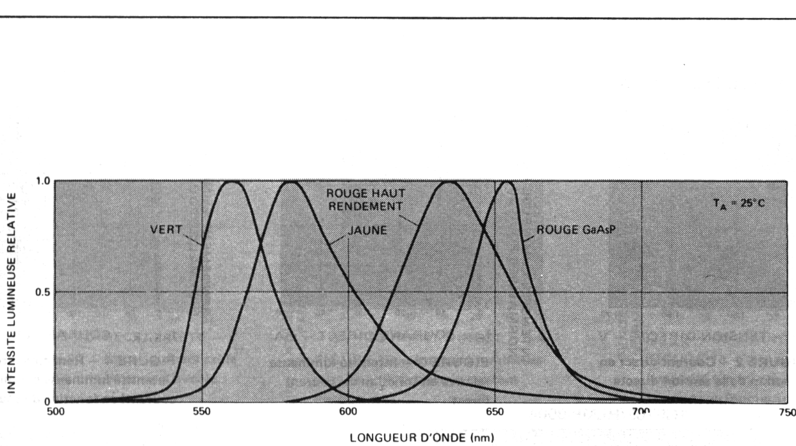
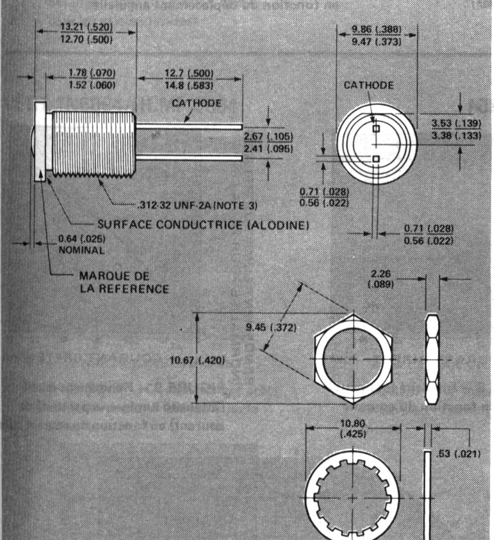


FIGURE 1 — Intensité lumineuse en fonction de la longueur d'onde

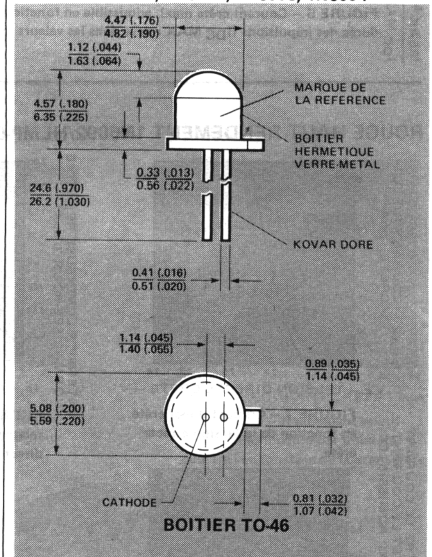
Dimensions

HLMP-0904, 0354, 0454, 0554



NOTES :
1. TOUTES LES SURFACES EXTERIEURES DU BOITIER SONT ANODISEES NOIRES SAUF LA SURFACE CONDUCTRICE ET LES FILS DORES.
2. CHAQUE BOITIER EST ACCOMPAGNE DE SA RONDELLE DE BLOQUAGE ET D'UN ECROU SIX PANS.
3. UTILISER UN FORET DE 8,2 MM POUR PERCER LE TROU DE FIXATION.
4. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES).
5. POIDS DU BOITIER COMPRENANT LA DEL ET LE PANNEAU DE MONTAGE : 1,2 - 1,8 KG. RONDELLE ET ECROU : 0,6 - 1 G EN PLUS.

1N5765, 1N6092, 1N6093, 1N6094



BOITIER TO-46

NOTES :
1. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES).
2. FILS DE SORTIE DORES.
3. POIDS DU BOITIER DE LA DEL SEULEMENT : 0,25 - 35 G.

ROUGE 1N5765/HLMP-0904

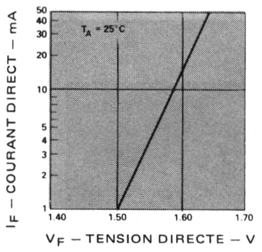


FIGURE 2 – Courant direct en fonction de la tension directe

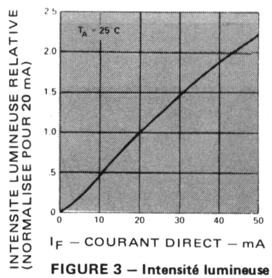


FIGURE 3 – Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

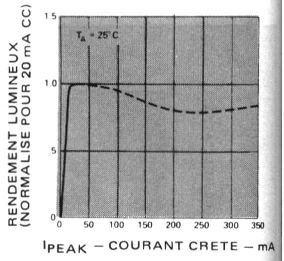


FIGURE 4 – Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

1N5765/HLMP-0904

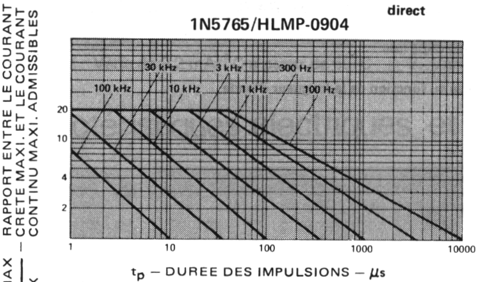


FIGURE 5 – Courant crête maxi. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

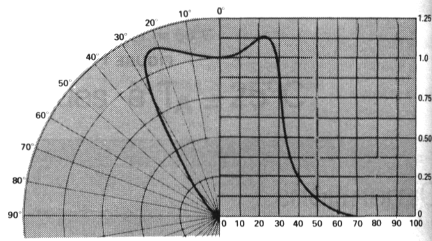


FIGURE 6 – Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

ROUGE HAUT RENDEMENT 1N6092/HLMP-0354

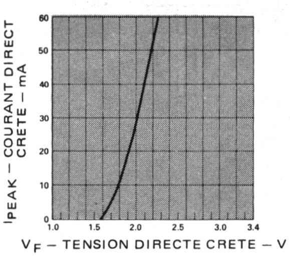


FIGURE 7 – Courant direct crête en fonction de la tension directe crête

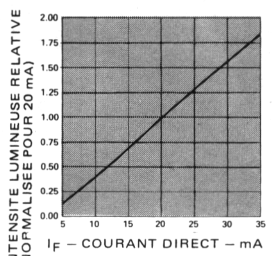


FIGURE 8 – Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

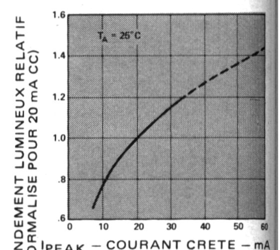


FIGURE 9 – Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

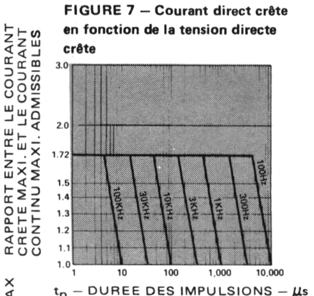


FIGURE 10 – Courant crête maxi. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

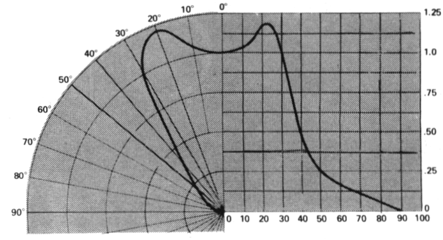


FIGURE 11 – Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

JAUNE 1N6093/HLMP-0454

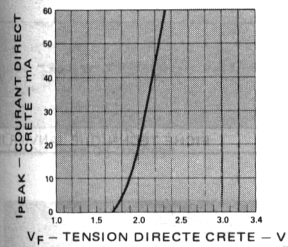


FIGURE 12 — Courant direct crête en fonction de la tension directe crête

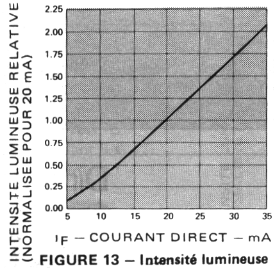


FIGURE 13 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

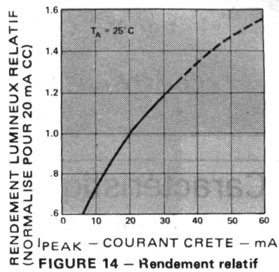


FIGURE 14 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

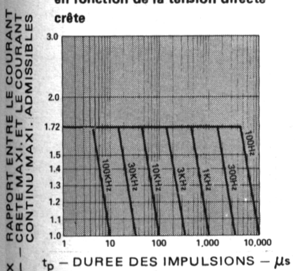


FIGURE 15 — Courant crête maxi. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

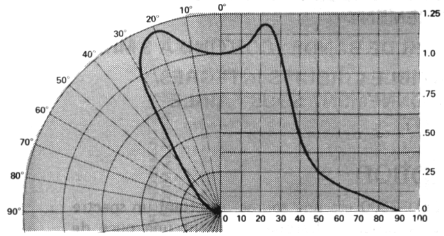


FIGURE 16 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

VERT 1N6094/HLMP-0554

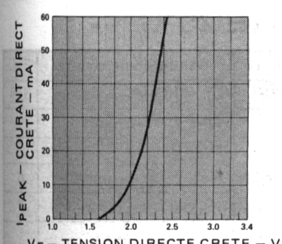


FIGURE 17 — Courant direct crête en fonction de la tension directe crête

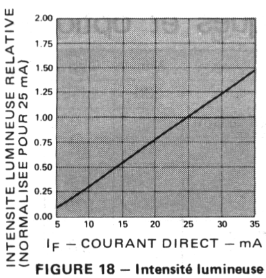


FIGURE 18 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

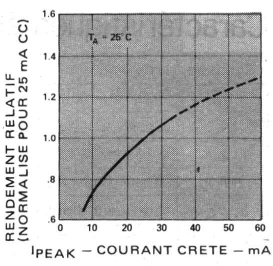


FIGURE 19 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

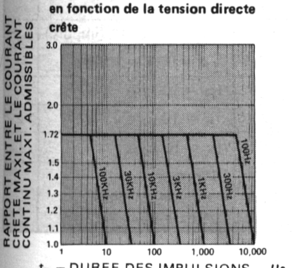


FIGURE 20 — Courant crête maxi. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

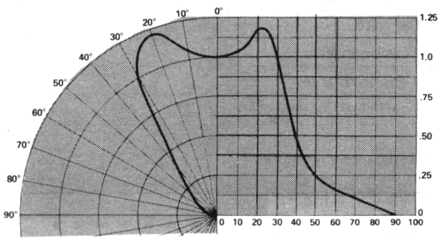


FIGURE 21 — Intensité lumineuse relative en fonction du déplacement angulaire

ÉMETTEUR 670 nm A FORTE INTENSITÉ LUMINEUSE

HEMT-3300

FICHE TECHNIQUE JANVIER 19

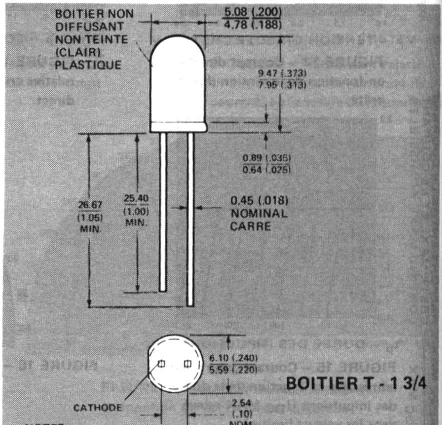
Caractéristiques

- HAUT RENDEMENT
- SORTIE NON SATURABLE
- FAISCEAU ETROIT
- FAISCEAU VISIBLE FACILITANT L'ALIGNEMENT
- LARGEUR DE BANDE : CONTINU A 3 MHz
- COMPATIBLE CIRCUITS INTEGRES/ FONCTIONNEMENT SOUS FAIBLE COURANT

Description

La DEL HEMT-3300 est une source, émettant un spectre visible dans le proche infrarouge, utilisant une puce de GaAsP sur GaP optimisée pour un rendement quantique maximal à 670 nm. Le faisceau émis est suffisamment étroit pour simplifier les problèmes d'alignement. Les émetteurs sont utilisables dans les appareils grand-public tels que les transducteurs, codeurs, détecteurs de fumée, contrôle de chaîne de montage, compteur de petites pièces, lecteur de bandes perforées et fibres optiques.

Dimensions



BOITIER T - 1 3/4

NOTES :
1. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES).
2. SORTIES ARGENTEES (VOIR BULLETIN D'APPLICATIONS 3).
3. LE CENTRAGE DE LA PUCE DOIT REPONDRE AUX REMARQUES DE LA NOTE 3.

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Symbole	Paramètre	Min.	Typ.	Max.	Unité	Condition de mesure	Fig.
I_e	Intensité radiante axiale	200	500		μW/sr	$I_F = 10$ mA	3, 4
K_e	Coefficient de température de l'intensité		– 0,009		$°C^{-1}$	$I_F = 10$ mA, Note 1	
η_V	Rendement lumineux		22		lm/W	Note 2	
$2\Theta_{1/2}$	Angle d'ouverture du faisceau		22		deg.	Note 3, $I_F = 10$ mA	6
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête		670		nm		1
$\Delta\lambda_{PEAK}/\Delta T$	Coefficient de température du décalage spectral		0,089		nm/° C	Note 4	
t_r	Temps de montée en sortie (10%-90%)		120		ns	$I_{crête} = 10$ mA	
t_f	Temps de descente en sortie (90%-10%)		50		ns	$I_{crête} = 10$ mA (impuls.)	
C_O	Capacité		15		pF	$V_F = 0$, f = 1 MHz	
BV_R	Tension inverse	5			V	$I_R = 100$ μA	
V_F	Tension directe		1,9	2,5	V	$I_F = 10$ mA	2
$\Delta V_F/\Delta T$	Coefficient de température de V_F		– 2,2		mV/° C	$I_F = 100$ μA	
Θ_{JC}	Résistance thermique		160		° C/W	Jonction/broche cathode sur plan de base	

Notes :
1. $I_e(T) = I_e(25°C) \exp[K_e(T - 25°C)]$
2. $I_V = \eta_V I_e$, avec I_V en candelas, I_e en watts/steradian, et η_V en lumens/watt
3. $\Theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité est la moitié de celle mesurée sur l'axe principal; le décalage angulaire typique entre axes optique et mécanique est inférieur à 5°
4. $\lambda_{crête}(T) = \lambda_{crête}(25°C) + (\Delta\lambda_{crête}/\Delta T)(T - 25°C)$

Valeurs limites absolues à $T_A = 25°C$

Puissance dissipée .... 120 mW
(varie linéairement de 1,6 mW/° C au-dessus de 50° C)
Courant direct moyen .... 30 mA
(varie linéairement de 0,4 mA/° C au-dessus de 50° C)
Courant direct crête .... voir Figure 5
Température de stockage et
de fonctionnement .... − 55° C à + 100° C
Température de soudage .... 260° C pendant 5 s
(à 1,6 mm du boîtier)

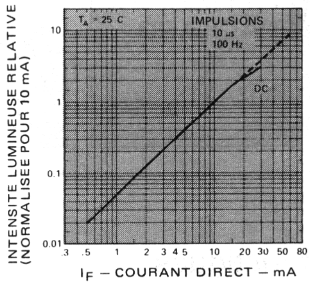


FIGURE 3 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

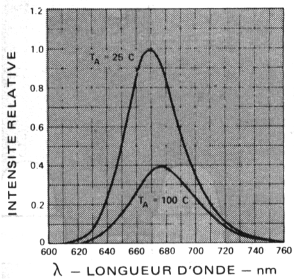


FIGURE 1 — Intensité lumineuse relative en fonction de la longueur d'onde

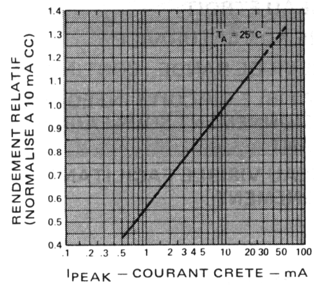


FIGURE 4 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

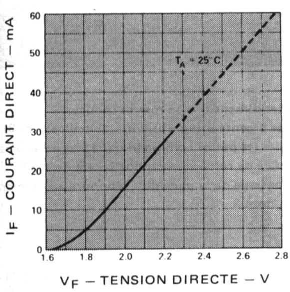


FIGURE 2 — Courant direct en fonction de la tension directe

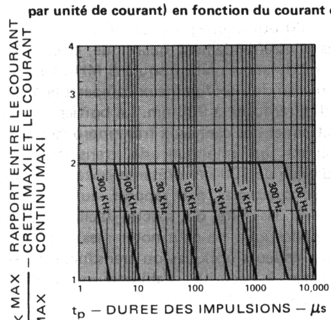


FIGURE 5 — Courant crête maxi. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

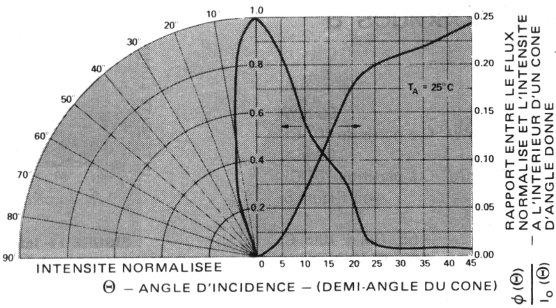


FIGURE 6 — Diagramme de rayonnement

ÉMETTEUR SUBMINIATURE 700 nm A FORTE INTENSITÉ LUMINEUSE

HEWLETT PACKARD

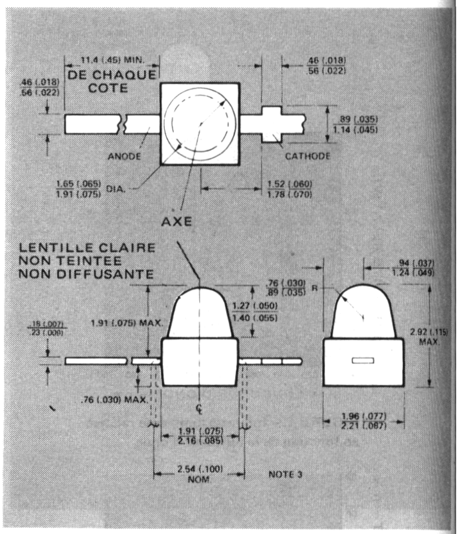
COMPOSANTS

HEMT-6000

FICHE TECHNIQUE JANVIER 198

Caractéristiques

- **FORTE INTENSITE LUMINEUSE**
- **FAISCEAU ETROIT**
- **SORTIE NON SATURABLE**
- **LARGEUR DE BANDE : CONTINU A 5 MHz**
- **COMPATIBLE CIRCUITS INTEGRES/ FONCTIONNEMENT SOUS FAIBLE COURANT**
- **FAISCEAU VISIBLE FACILITANT L'ALIGNEMENT**



Notes :

1. Toutes dimensions en mm et (pouces)
2. Pattes argentées (voir bulletin d'applications 3)
3. Replier les pattes comme indiqué (éventuellement)
4. L'indice de réfraction du boîtier est de 1,53
5. Le centrage de la puce doit répondre aux remarques de la note 3

Description

Le HEMT-6000 utilise une puce GaAsP donnant le meilleur compromis vitesse/rendement quantique. Ceci permet une courbe de modulation plate jusqu'à 5 MHz sans pointe et donne un niveau de flux lumineux comparable à celui d'un émetteur d'infrarouges à 900 nm. Le boîtier subminiature permet d'attaquer des canneaux très rapprochés, le faisceau étroit assurant un minimum de transmodulation. La longueur d'onde de 700 nm présente certains avantages de performances spectrales par rapport aux infrarouges à 900 nm et la visibilité du spectre facilite l'alignement. Parmi ses applications, on peut noter : les lecteurs de code à bâtonnets, codeurs optiques ou transducteurs, systèmes de verrouillage à sécurité, stabilisateurs de boucles de bande, émetteurs par fibres optiques.

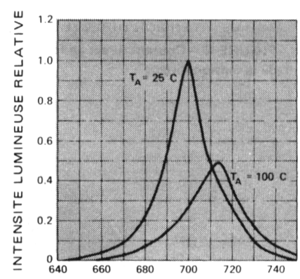


FIGURE 1 – Intensité lumineuse relative en fonction de la longueur d'onde

Valeurs limites absolues à $T_A = 25°C$

Puissance dissipée .... 50 mW
(varie linéairement de 1 mW/° C à partir de 70° C)
Courant direct moyen .... 20 mA
(varie linéairement de 0,4 mA/° C à partir de 70° C)
Courant direct crête .... voir Figure 5
Température de stockage et
de fonctionnement .... – 55° C à + 100° C
Température de soudage .... 260° C pendant 5 s
(à 1,6 mm du boîtier)

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Symbole	Paramètre	Min.	Typ.	Max.	Unité	Condition de mesure	Fig.
I_e	Intensité radiante axiale	100	250		µW/sr	$I_F = 10$ mA	3, 4
K_e	Coefficient de température de l'intensité		– 0,005		$°C^{-1}$	Note 1	
η_V	Rendement lumineux		2,5		lm/W	Note 2	
$2\Theta_{1/2}$	Angle d'ouverture du faisceau		16		deg.	Note 3, $I_F = 10$ mA	6
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête		690-715		nm		1
$\Delta\lambda_{PEAK}/\Delta T$	Coefficient de température du décalage spectral		0,193		nm/° C	Note 4	
t_r	Temps de montée en sortie (10%-90%)		70		ns	$I_{crête} = 10$ mA	
t_f	Temps de descente en sortie (90%-10%)		40		ns	$I_{crête} = 10$ mA	
C_o	Capacité		65		pF	$V_F = 0$, $f = 1$ MHz	
BV_R	Tension inverse	5	12		V	$I_R = 100$ µA	
V_F	Tension directe		1,5	1,8	V	$I_F = 10$ mA	2
$\Delta V_F/\Delta T$	Coefficient de température V_F		– 2,1		mV/° C	$I_F = 100$ µA	
Θ_{JC}	Résistance thermique		140		° C/W	Jonction/broche cathode à 0,8 mm du boîtier	

Notes :

1. $I_e(T) = I_e(25°C) \exp[K_e(T - 25°C)]$
2. $I_V = \eta_V I_e$, avec I_V en candelas, I_e en watts/steradian, et η_V en lumens/watt
3. $\Theta_{1/2}$: angle pour lequel la valeur de l'intensité est la moitié de celle mesurée sur l'axe principal; le décalage angulaire typique entre axes optique et mécanique est inférieur à 3°
4. $\lambda_{crête}(T) = \lambda_{crête}(25°C) + (\Delta\lambda_{crête}/\Delta T)(T - 25°C)$

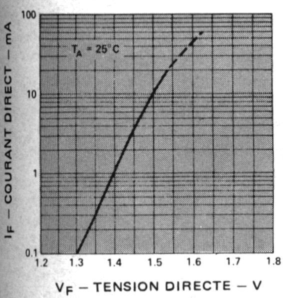


FIGURE 2 – Courant direct en fonction de la tension directe

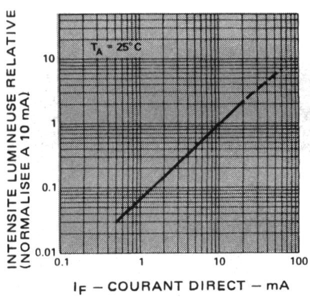


FIGURE 3 – Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

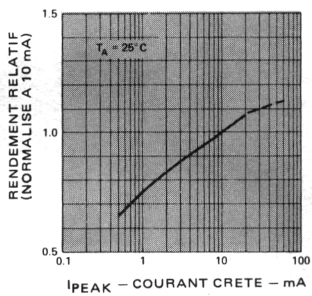


FIGURE 4 – Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête

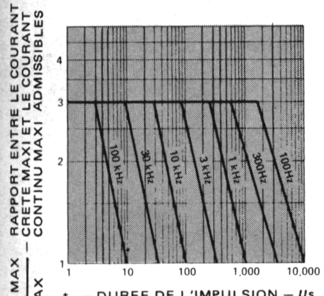


FIGURE 5 – Courant crête maxi. admissible en fonction de la durée des impulsions (I_{DC} MAX relevé dans les valeurs limites)

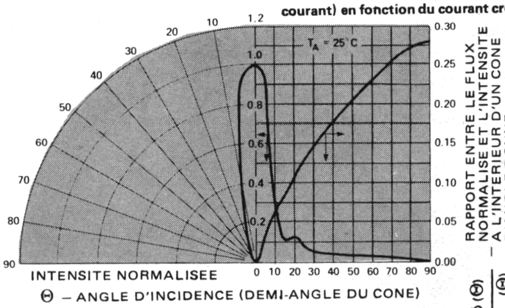
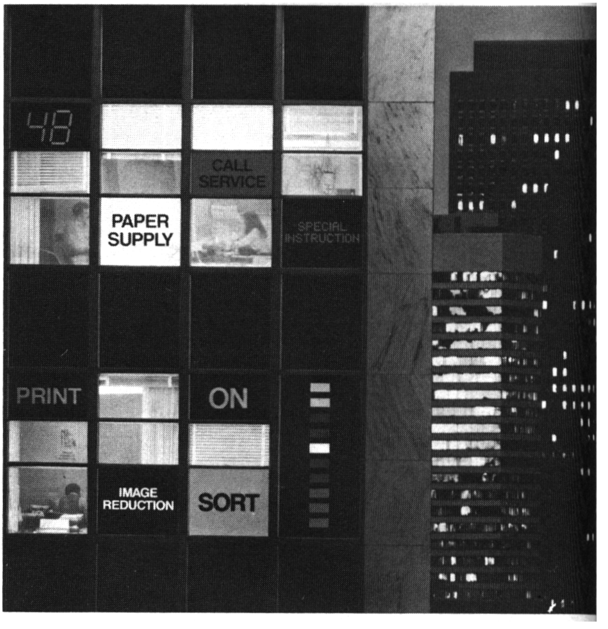


FIGURE 6 – Diagramme de rayonnement

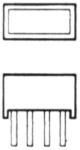
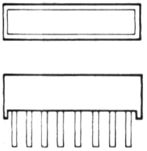
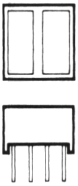
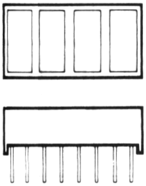
Barrettes lumineuses et échelles analogiques

Les barrettes lumineuses sont une solution originale fournie par Hewlett-Packard au problème des "voyants avec légendes". Leur surface lumineuse, homogène et de grande dimension, permet d'éclairer des légendes par transparence ou de s'en servir comme de simples voyants monocolores. Elles sont disponibles en trois couleurs, rouge haut rendement, jaune et vert hautes performances. Bicolores, elles existent en deux combinaisons de couleurs. Les huit boîtiers juxtaposables sont constitués par une, deux ou quatre zones lumineuses. Leur montage sur panneau est facilité par des montures adaptées à chaque type de boîtier.

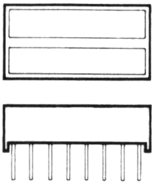
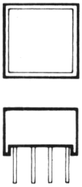
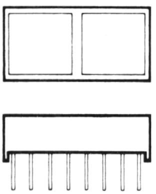
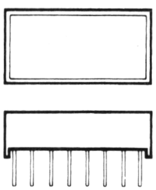
La ligne des barrettes lumineuses est complétée par des échelles analogiques de 10 et 101 éléments à DEL. Ces échelles éliminent les problèmes d'alignement et d'homogénéité lumineuse couramment rencontrés dans l'alignement d'éléments discrets. Leurs boîtiers sont compatibles avec les supports SIP et DIP standard. L'échelle à dix éléments existe en rouge standard, rouge haut rendement, jaune et vert. Les nouveaux éléments du catalogue sont les modèles HDSP-4832 et HDSP-4836. Ce sont des échelles analogiques multicolores à 10 éléments, combinant des DEL rouges haut rendement, jaunes et vertes en un seul boîtier. Les boîtiers sont juxtaposables et possèdent un système de verrouillage facilitant l'alignement. L'échelle 101 éléments, qui existe en rouge standard, permet des mesures ayant une résolution de 1 %. Des versions rouge haut rendement et verte sont en cours de mise au point.



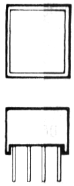
Barrettes lumineuses à DEL

Modèle		Description			Intensité lumineuse typique à 20 mA	Tension directe typique à 20 mA	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur	Boîtier	Lentille			
	HLMP-2300	Rouge haut rendement	4 broches en ligne ; entraxes 2,54 mm, dimensions : 10,16 x 4,95 x 6,09 mm	Diffusante	20 mcd	2.0 V	2-7
	HLMP-2400	Jaune		Diffusante	20 mcd	2.1 V	
	HLMP-2500	Verte		Verte Diffusante	25 mcd	2.2 V	
	HLMP-2350	Rouge haut rendement	8 broches en ligne ; entraxes 2,54 mm, dimensions : 20,32 x 4,95 x 6,09 mm	Diffusante	35 mcd	2.0 V	
	HLMP-2450	Jaune		Diffusante	35 mcd	2.1 V	
	HLMP-2550	Verte		Verte Diffusante	50 mcd	2.2 V	
	HLMP-2600	Rouge haut rendement	Double 8 broches DIP ; entraxes 2,54 mm, dimensions : 10,16 x 10,16 x 6,09 mm	Diffusante	20 mcd	2.0 V	
	HLMP-2700	Jaune		Diffusante	18 mcd	2.1 V	
	HLMP-2800	Verte		Verte Diffusante	25 mcd	2.2 V	
	HLMP-2620	Rouge haut rendement	Quadruple 16 broches DIP ; entraxes 2,54 mm, dimensions : 20,32 x 10,16 x 6,09 mm	Diffusante	20 mcd	2.0 V	
	HLMP-2720	Jaune		Diffusante	18 mcd	2.1 V	
	HLMP-2820	Verte		Verte Diffusante	25 mcd	2.2 V	

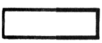
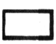
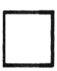
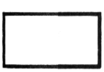
Barrettes lumineuses à DEL (suite)

Modèle		Description			Intensité lumineuse typique à 20 mA	Tension directe typique à 20 mA	
Dessin du boîtier	**Référence**	**Couleur**	**Boîtier**	**Lentille**			**Pag**
	HLMP-2635	Rouge haut rendement	Double 16 broches DIP; entraxes 2,54 mm, dimensions : 20,32 x 10,16 x 6,09 mm	Diffusante	35 mcd	2.0 V	2-7
	HLMP-2735	Jaune		Diffusante	35 mcd	2.1 V	
	HLMP-2835	Verte		Verte Diffusante	50 mcd	2.2 V	
	HLMP-2655	Rouge haut rendement	Carré 8 broches DIP; entraxes 2,54 mm, dimensions : 10,16 x 10,16 x 6,09 mm	Diffusante	35 mcd	2.0 V	
	HLMP-2755	Jaune		Diffusante	35 mcd	2.1 V	
	HLMP-2855	Verte		Verte Diffusante	50 mcd	2.2 V	
	HLMP-2670	Rouge haut rendement	Double 16 broches DIP; entraxes 2,54 mm, dimensions : 20,32 x 10,16 x 6,09 mm	Diffusante	35 mcd	2.0 V	
	HLMP-2770	Jaune		Diffusante	35 mcd	2.1 V	
	HLMP-2870	Verte		Verte Diffusante	50 mcd	2.2 V	
	HLMP-2685	Rouge haut rendement	Simple rectangulaire large 16 broches DIP; entraxes 2,54 mm, dimensions : 20,32 x 10.16 x 6.09 mm	Diffusante	70 mcd	2.0 V	
	HLMP-2785	Jaune		Diffusante	70 mcd	2.1 V	
	HLMP-2885	Verte		Verte Diffusante	100 mcd	2.2 V	

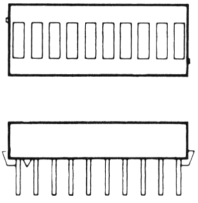
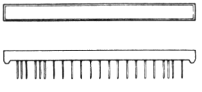
Barrettes lumineuses bicolores

Modèle		Description			Intensité lumineuse typique à 20 mA	Tension directe typique à 20 mA	Page
Dessin du boîtier	**Référence**	**Couleur**	**Boîtier**	**Lentille**			
	HLMP-2950	Rouge haut rendement/ jaune	Carré 8 broches DIP; entraxes 2,54 mm, dimensions : 10,16 x 10,16 x 6,09 mm	Diffusante	RHR : 20 mcd Jaune : 12 mcd	RHR : 2 V Jaune : 2,1 V	2-13
	HLMP-2965	Rouge haut rendement/ verte		Diffusante	RHR : 20 mcd Vert : 20 mcd	RHR : 2 V Jaune : 2,2 V	

Montures avec support d'étiquette transparente pour barrettes lumineuses modulaires

Modèle		Référence de la barrette lumineuse correspondante HLMP-	Page
Dessin du boîtier	**Référence**		
	HLMP-2598	2350, 2450, 2550	2-19
	HLMP-2599	2300, 2400, 2500	
	HLMP-2898	2600, 2700, 2800 2655, 2755, 2855 2950, 2965	2-19
	HLMP-2899	2620, 2720, 2820 2635, 2735, 2835 2670, 2770, 2870 2685, 2785, 2885	

Echelles analogiques

Modèle		Description			Intensité lumineuse typique à 20 mA	Tension directe typique à 20 mA	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur	Boîtier	Lentille			
	HDSP-4820	Rouge standard	20 broches DIP ; entraxes 2,54 mm, dimensions : 25,4 x 10,16 x 6,3 mm	Diffusante	1250 μcd @ 20 mA cc	1.6 V @ 20 mA DC	2-21
	HDSP-4830	Rouge haut rendement		Diffusante	2280 μcd @ 10 mA cc	2.1 V @ 20 mA DC	
	HDSP-4840	Jaune		Diffusante	1900 μcd @ 10 mA cc	2.2 V @ 20 mA DC	
	HDSP-4850	Verte hautes performances		Diffusante	1900 μcd @ 10 mA cc	2.1 V @ 10 mA DC	
	HDSP-4832	Multicolore		Diffusante	1900 μcd @ 10 mA cc		
	HDSP-4836	Multicolore		Diffusante	1900 μcd @ 10 mA cc		
	HDSP-8820	Rouge standard	22 broches SIP ; entraxes 2,54 mm, dimensions : 105,8 x 10 x 5,08 mm	Rouge Non Diffusante	20 μcd à 100 mA crête Rapport cyclique 1/110	1,7 V à 100 mA crête Rapport cyclique 1/110	2-27

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

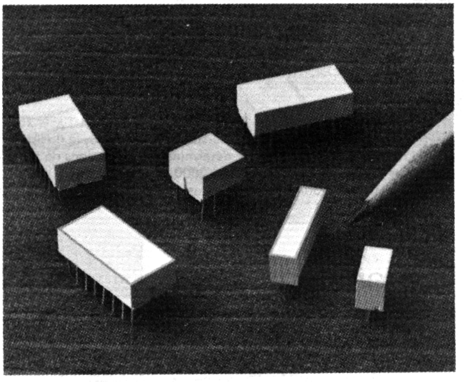
BARRETTES LUMINEUSES A DEL

ROUGE HAUT RENDEMENT • SERIES HLMP-2300/-2600
JAUNE • SERIES HLMP-2400/-2700
VERT HTES PERFORMANCES • SERIES HLMP-2500/-2800

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- SURFACE EMISSIVE LARGE, BRILLANTE ET UNIFORME
  Diagramme de rayonnement pratiquement Lambertien
- CHOIX DE TROIS COULEURS
- CLASSEMENT PAR CATEGORIE LUMINEUSE
- REPERAGE DES BARRETTES JAUNES ET VERTES PAR LONGUEUR D'ONDE
- CONTRASTE ETEINT/ALLUME EXCELLENT
- FACILITE DE MONTAGE SUR CIRCUITS IMPRIMES OU SUR SUPPORTS SIP/DIP AUX NORMES INDUSTRIELLES
- ROBUSTES
- JUXTAPOSABLES
- MONTABLES A RAS DU PANNEAU
- UTILISABLES AVEC MONTURES POUR PANNEAUX ET ETIQUETTES TRANSPARENTES
- ADJONCTION POSSIBLE D'ETIQUETTES TRANSPARENTES (VOIR NA 1012)
- POSSIBILITE DE FONCTIONNEMENT EN MULTIPLEX
- COMPATIBLES CIRCUITS INTEGRES



Applications

- ECLAIRAGE DE LEGENDES PAR TRANSPARENCE
- INDICATEURS
- COMMUTATEURS LUMINEUX
- IDENTIFICATEURS DE CIRCUITS IMPRIMES
- ECHELLES ANALOGIQUES

Description

Les barrettes lumineuses des séries HLMP-2300/-2400/-2500/-2600/-2700/-2800 sont des modules lumineux rectangulaires destinés à des applications qui nécessitent une source de grande surface très lumineuse. Disposés en SIP ou DIP, ces modules sont constitués d'une ou plusieurs surfaces lumineuses. Les séries HLMP-2300/-2400/-2600/-2700 utilisent des DEL à puce GaAsP sur substrat transparent GaP, les séries HLMP-2500/-2800 des puces GaP sur substrat transparent GaP.

Guide de sélection

Réf. barrettes lumineuses HLMP-			Dimensions	Nombre d'éléments éclairants	Boîtier		Monture correspondante HLMP-
Rouge haut rendement	Jaune	Verte					
2300	2400	2500	8,89 mm x 3,81 mm	1	A		2599
2350	2450	2550	19,05 mm x 3,81 mm	1	B		2598
2600	2700	2800	8,89 mm x 3,81 mm	2	D		2898
2620	2720	2820	8,89 mm x 3,81 mm	4	F		2899
2635	2735	2835	8,89 mm x 19,05 mm	2	G		2899
2655	2755	2855	8,89 mm x 8,89 mm	1	C		2898
2670	2770	2870	8,89 mm x 8,89 mm	2	E		2899
2685	2785	2885	8,89 mm x 19,05 mm	1	H		2899

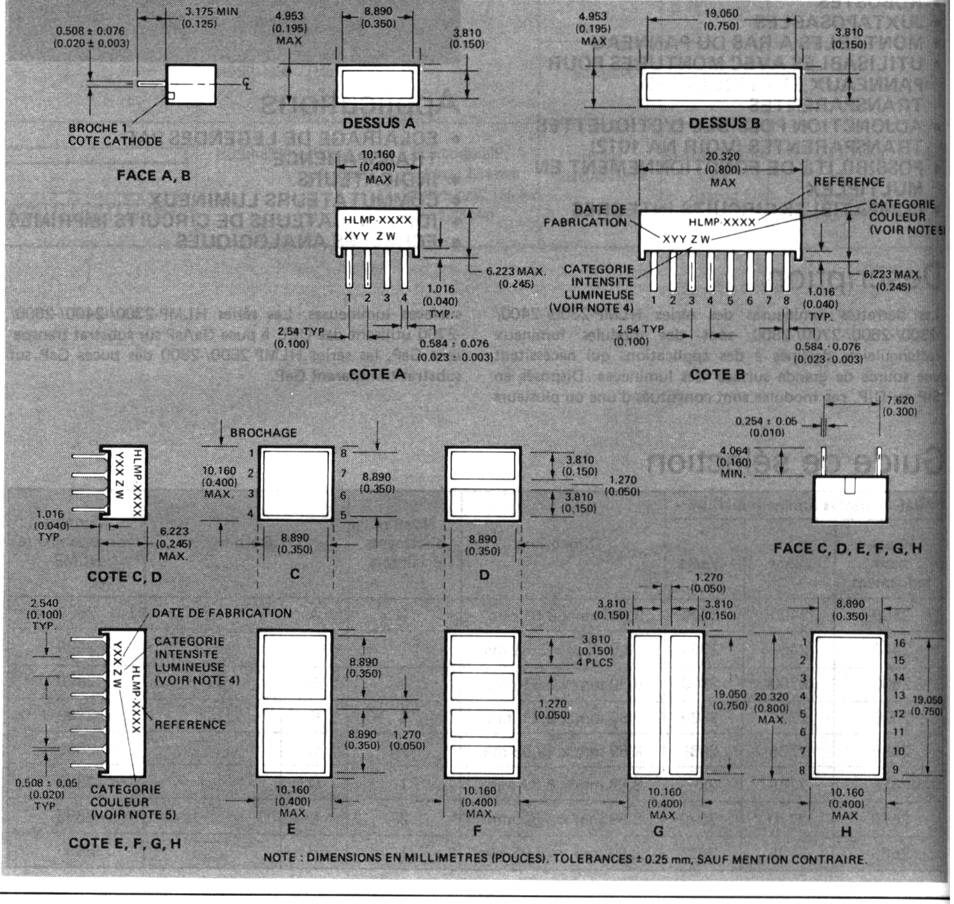
Valeurs limites absolues

Paramètre	Séries HLMP-2300/-2500/-2600/-2800	Séries HLMP-2400/-2700
Dissipation moyenne par DEL (1)	135 mW	85 mW
Courant crête par DEL, $T_A = 50°C$ (largeur max. d'impulsion = 2 ms) (1, 2)	90 mA	60 mA
Courant direct moyenné en temps par DEL en impulsions (2)	25 mA, $T_A = 25°C$	20 mA, $T_A = 50°C$
Courant direct CC par DEL, $T_A = 50°C$ (3)	30 mA	25 mA
Tension inverse par DEL	6 V	
Température de fonctionnement	– 40°C à + 85°C	
Température de stockage	– 40°C à + 85°C	
Température de soudage à 1,6 mm du plan de base	260°C pendant 3 s	

Notes :

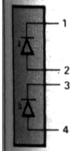
1. Séries HLMP-2300/-2500/-2600/-2800 : au-dessus de $T_A = 25°C$, la dissipation diminue linéairement de 1,8 mW/°C par DEL.
   Séries HLMP-2400/-2700 : au-dessus de $T_A = 50°C$, la dissipation diminue linéairement de 1,8 mW/°C par DEL (voir figure 2).
2. Se reporter à la figure 1 pour déterminer les conditions de fonctionnement en impulsions.
3. Séries HLMP-2300/-2500/-2600/-2800 : au-dessus de $T_A = 50°C$, réduire linéairement le courant de 0,5 mA/°C par DEL.
   Séries HLMP-2400/-2700 : au-dessus de $T_A = 60°C$, réduire linéairement le courant de 0,5 mA/°C par DEL (voir figure 3).

Dimensions

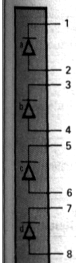


NOTE : DIMENSIONS EN MILLIMETRES (POUCES). TOLERANCES ± 0.25 mm, SAUF MENTION CONTRAIRE.

Schémas de câblage interne

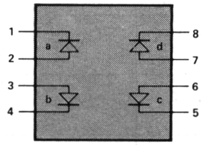


A

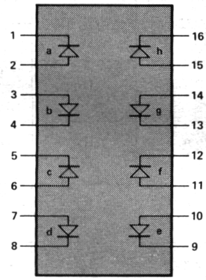


B

Broche	A -2300/-2400 -2500	B -2350/-2450 -2550
BROCHAGE		
1	Cathode — a	Cathode — a
2	Anode — a	Anode — a
3	Cathode — b	Cathode — b
4	Anode — b	Anode — b
5		Cathode — c
6		Anode — c
7		Cathode — d
8		Anode — d



C,D



E,F,G,H

Bro-che	BROCHAGE C, D	BROCHAGE E, F, G, H
1	CATHODE a	CATHODE a
2	ANODE a	ANODE a
3	ANODE b	ANODE b
4	CATHODE b	CATHODE b
5	CATHODE c	CATHODE c
6	ANODE c	ANODE c
7	ANODE d	ANODE d
8	CATHODE d	CATHODE d
9		CATHODE e
10		ANODE e
11		ANODE f
12		CATHODE f
13		CATHODE g
14		ANODE g
15		ANODE h
16		CATHODE h

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25^oC$

SERIES HLMP-2300/-2600 ROUGE HAUT RENDEMENT

Paramètre	HLMP-	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure
Intensité lumineuse (4) par élément	2300	I_V	4,5	20		mcd	20 mA CC
				30		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2350	I_V	9	35		mcd	20 mA CC
				50		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2600	I_V	4,5	20		mcd	20 mA CC
				30		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2620	I_V	4,5	20		mcd	20 mA CC
				30		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2635	I_V	9	35		mcd	20 mA CC
				50		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2655	I_V	9	35		mcd	20 mA CC
				50		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2670	I_V	9	35		mcd	20 mA CC
				50		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2685	I_V	18	70		mcd	20 mA CC
				100		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
Longueur d'onde crête		λ_{PEAK}		635		nm	
Longueur d'onde dominante (5)		λ_d		626		nm	
Tension directe par DEL		V_F		2	2,6	V	$I_F = 20$ mA
Tension inverse par DEL		BV_R	6	15		V	$I_R = 100\ \mu A$
Résistance thermique jonction DEL-broche		$R\theta_{J\text{-}PIN}$		150		°C/W/DEL	

SERIES HLMP-2400/-2700 JAUNE

Paramètre	HLMP-	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure
Intensité lumineuse (4) par élément	2400	I_V	4	20		mcd	20 mA CC
				33		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2450	I_V	8	35		mcd	20 mA CC
				60		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2700	I_V	4	18		mcd	20 mA CC
				30		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2720	I_V	4	18		mcd	20 mA CC
				30		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2735	I_V	8	35		mcd	20 mA CC
				60		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2755	I_V	8	35		mcd	20 mA CC
				60		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2770	I_V	8	35		mcd	20 mA CC
				60		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2785	I_V	16	70		mcd	20 mA CC
				115		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
Longueur d'onde crête		λ_{PEAK}		583		nm	
Longueur d'onde dominante (5)		λ_d		585		nm	
Tension directe par DEL		V_F		2,1	2,6	V	$I_F = 20$ mA
Tension inverse par DEL		B_{VR}	6	15		V	$I_R = 100\ \mu A$
Résistance thermique jonction DEL-broche		$R\theta_{J\text{-}PIN}$		150		°C/W/DEL	

SERIES HLMP-2500/-2800 VERT HAUTES PERFORMANCES

Paramètre	HLMP-	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure
Intensité lumineuse (4) par élément	2500	I_V	3,7	25		mcd	20 mA CC
				38		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2550	I_V	7,5	50		mcd	20 mA CC
				75		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2800	I_V	3,7	25		mcd	20 mA CC
				38		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2820	I_V	3,7	25		mcd	20 mA CC
				38		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2835	I_V	7,5	50		mcd	20 mA CC
				75		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2855	I_V	7,5	50		mcd	20 mA CC
				75		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2870	I_V	7,5	50		mcd	20 mA CC
				75		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
	2885	I_V	15	100		mcd	20 mA CC
				150		mcd	60 mA crête rapport cyclique 1/3
Longueur d'onde crête		λ_{PEAK}		565		nm	
Longueur d'onde dominante (5)		λ_d		572		nm	
Tension directe par DEL		V_F		2,2	2,6	V	$I_F = 20$ mA
Tension inverse par DEL		B_{VR}	6	15		V	$I_R = 100\ \mu A$
Résistance thermique jonction DEL-broche		$R\theta_{J\text{-}PIN}$		150		°C/W/DEL	

Notes :

4. Ces éléments sont classés par intensité lumineuse indiquée par une lettre sur le côté du boîtier.
5. La longueur d'onde, λ_d, extraite du diagramme chromatique du CIE, définit seule la couleur. Les modules jaunes et verts sont répertoriés en fonction de la longueur d'onde, la catégorie couleur étant indiquée par une lettre sur le côté du dispositif.

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Les barrettes lumineuses des séries HLMP-2300/-2400/-2500/-2600/-2700/-2800 sont constituées de deux, quatre ou huit DEL. La surface émissive est uniformément éclairée par diffusion optique. La jonction P-N des DEL est diffusée dans la couche épitaxiée sur substrat GaP transparent.

Les sorties anode et cathode de chacune des DEL sont indépendantes. Cette disposition des broches permet de câbler les DEL en série, en parallèle ou en série/parallèle.

La tension directe déduite de la figure 5 est utilisée pour calculer la valeur de la résistance et la puissance dissipée typique. Les valeurs suivantes de V_F permettent de calculer les valeurs maximales de V_F que doivent fournir les étages de commande et la puissance dissipée maximale.

$V_F = 1,8\ V + I_{PEAK}\ (40\ \Omega)$
si $I_{PEAK} \geqslant 20$ mA

$V_F = 1,6\ V + I_{DC}\ (50\ \Omega)$
si $5\ mA \leqslant I_{DC} \leqslant 20$ mA

La puissance dissipée maximale peut être calculée pour toute condition d'impulsion ou de commande en courant continu. Pour une utilisation en courant continu, la puissance dissipée maximale est le produit de la tension directe maximale par le courant direct maximal. Pour des conditions de fonctionnement en impulsion, la puissance dissipée maximale est le produit de la tension directe maximale pour un courant crête donné par le courant direct moyen maximal. La puissance dissipée maximale admissible pour une température ambiante et une résistance thermique ($R\theta_{J\text{-}A}$) données peut se calculer à l'aide de la figure 2. La ligne continue sur la figure 2 ($R\theta_{J\text{-}A}$ de 538°C/W) correspond à la résistance thermique typique d'un dispositif enfiché dans un circuit imprimé. Les lignes en pointillé correspondent aux résistances thermiques possibles dans le cas d'une meilleure conception au niveau thermique. Après avoir déterminé la puissance dissipée maximale, on peut calculer soit le courant d'impulsion maximal, soit le courant direct maximal.

CARACTERISTIQUES OPTIQUES

Le diagramme de rayonnement des barrettes correspond pratiquement à une distribution Lambertienne. La stérance lumineuse est calculée à l'aide de l'une des deux formules suivantes :

$$L_V\ (cd/m^2) = \frac{I_V\ (cd)}{A\ (m^2)}$$

$$L_V\ (\text{Lambert-pied}) = \frac{\pi I_V\ (cd)}{A\ (ft^2)}$$

Dimensions de la surface émissive	Surface	
	m²	pieds²
8,89 mm x 8,89 mm	$67,74 \times 10^{-6}$	$729,16 \times 10^{-6}$
8,89 mm x 3,81 mm	$33,87 \times 10^{-6}$	$364,58 \times 10^{-6}$
8,89 mm x 19,05 mm	$135,48 \times 10^{-6}$	$1458,32 \times 10^{-6}$
3,81 mm x 19,05 mm	$72,58 \times 10^{-6}$	$781,25 \times 10^{-6}$

Des taux de rafraîchissement égaux ou supérieurs à 1 kHz donnent le meilleur rendement assurant une intensité lumineuse moyenne en temps maximale.

L'intensité lumineuse moyenne en temps est calculée à partir des caractéristiques de rendement relatif ηI_{PEAK} de la figure 4, adaptée aux conditions de température ambiante. L'intensité lumineuse moyenne en temps, à $T_A = 25°C$, se calcule comme suit :

$$I_V\ TIME\ AVG = \left[\frac{I_{AVG}}{20\ mA}\right] (\eta I_{PEAK})\ (I_V \text{ relevé dans les caractéristiques})$$

Exemple : pour une série HLMP-2735 :

$\eta I_{PEAK} = 1,18$ à $I_{PEAK} = 48$ mA

$$I_V\ TIME\ AVG^* = \left[\frac{12\ mA}{20\ mA}\right] (1,18)\ (35\ mcd) = 25\ mcd$$

* $I_V\ TIME\ AVG$ = intensité lumineuse moyennée en temps

L'intensité lumineuse moyenne en temps peut être déterminée en fonction de la température ambiante en utilisant l'équation exponentielle suivante :

$$I_V\ (T_A) = I_V\ (25°C)\ e^{[K\ (T_A\ -\ 25°C)]}$$

Modèle	K
Séries -2300/-2600	– 0,0131/°C
Séries -2400/-2700	– 0,0112/°C
Séries -2500/-2800	– 0,0104/°C

Exemple :

$$I_V\ (80°C) = (25\ mcd)\ e^{[-0,0112\ (80\ -\ 25)]} = 14\ mcd$$

Les barrettes lumineuses montées sur circuits intégrés sont utilisables à des températures ambiantes supérieures à + 60°C sans réduction de I_{CC} max. si la résistance thermique de l'ensemble est inférieure à 250°C/W/DEL. La figure 3 permet de déterminer la résistance thermique maximale admissible pour la carte de circuits imprimés, $R\theta_{PC\text{-}A}$, autorisant le fonctionnement à une température ambiante donnée.

Les performances optiques des modules sont obtenues grâce à des plastiques spéciaux très sensibles à certains solvants. Il est recommandé d'utiliser uniquement un mélange alcool-Fréon (F113) pour le nettoyage à la vapeur avec un temps d'exposition inférieur à 2 mn. Autres solvants préconisés pour le nettoyage à la vapeur : Fréon TE, Genesolv DI-15 ou DE-15, Arklone A ou K. Il est possible de procéder au nettoyage à l'eau chaude à 60°C suivi d'un rinçage neutralisant (solution d'ammoniaque à 3% ou équivalent), un rinçage détergent (solution à 1% de détergent), un rinçage à l'eau chaude puis un séchage à l'air sec. Le nettoyage à la température ambiante peut s'effectuer au Fréon T-E35 ou T-P35, à l'Ethanol, à l'Isopropanol ou avec une solution d'eau et de détergent doux.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Les barrettes sont constituées par une armature métallique dans un boîtier DIP. La pastille de la DEL est fixée à l'armature, les sorties cathode forment ainsi un évacuateur de chaleur tout en assurant la tenue mécanique de la pastille. La température de fonctionnement maximale admissible est de 100°C. La puissance dissipée maximale est définie en fonction de celle-ci et pour qu'à la tension V_F la plus défavorable, elle ne soit pas dépassée. Pour fonctionner dans les meilleures conditions, il est recommandé de ne pas dépasser une résistance thermique broche-ambiante avec circuit imprimé de 250°C/W/DEL, ce qui donne une résistance thermique jonction-ambiante de 400°C/W/DEL.

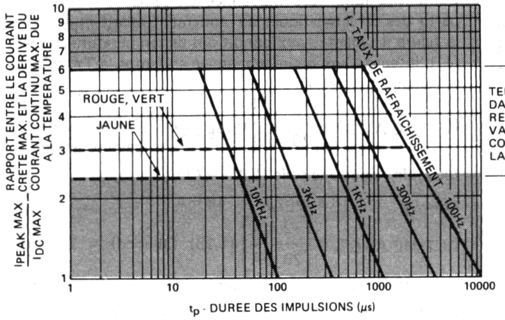


FIGURE 1 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions

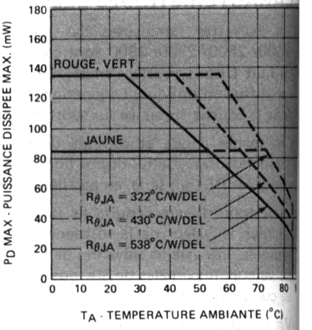


FIGURE 2 — Dissipation max. admissible par DEL en fonction de la température ambiante, $T_{J\,MAX} = 100°C$

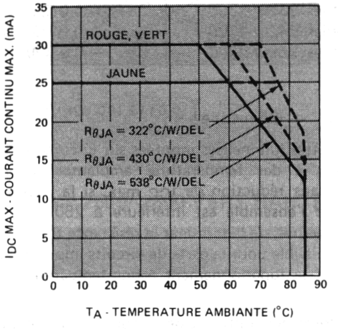


FIGURE 3 — Courant continu max. admissible par DEL en fonction de la température ambiante, $T_{J\,MAX} = 100°C$

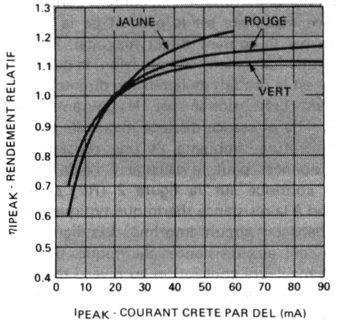


FIGURE 4 — Rendement lumineux relatif (par unité de courant) en fonction du courant par DEL

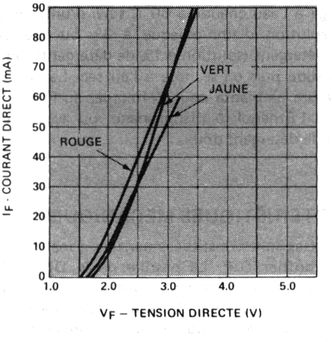


FIGURE 5 — Courant direct continu par DEL en fonction de la tension directe

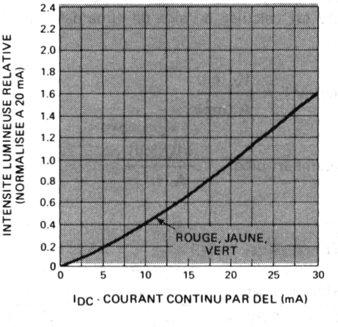


FIGURE 6 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct continu

Pour plus de renseignements sur l'utilisation des fiches techniques et les méthodes de soudage recommandées, se reporter à la note d'applications 1005

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

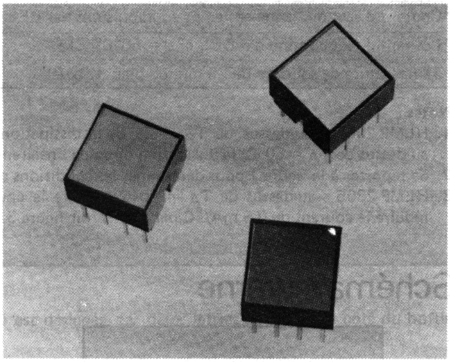
BARRETTES LUMINEUSES BICOLORES

ROUGE Ht RENDEMENT/JAUNE • HLMP-2950
ROUGE Ht RENDEMENT/ VERT Htes PERFORMANCES • HLMP-2965

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **SURFACE EMISSIVE LARGE, BRILLANTE, UNIFORME (8,89 x 8,89 mm)**
  Diagramme de rayonnement pratiquement Lambertien
- **2 COMBINAISONS DE COULEURS AU CHOIX**
- **CLASSEMENT PAR INTENSITE LUMINEUSE**
- **CLASSEMENT PAR LONGUEUR D'ONDE DOMINANTE (VERT ET JAUNE)**
- **EXCELLENT CONTRASTE ETEINT/ALLUME**
- **MONTAGE FACILE SUR CARTE OU SUR SUPPORT DE CIRCUITS INTEGRES**
- **ROBUSTES**
- **JUXTAPOSABLES**
- **MONTABLES A RAS DE PANNEAU**
- **UTILISABLES AVEC MONTURE HLMP-2898**
- **SURFACE LUMINEUSE ADAPTEE POUR ADJONCTION DE LEGENDES D'APRES LA NOTE D'APPLICATIONS 1012**
- **COMPATIBLES CIRCUITS INTEGRES**



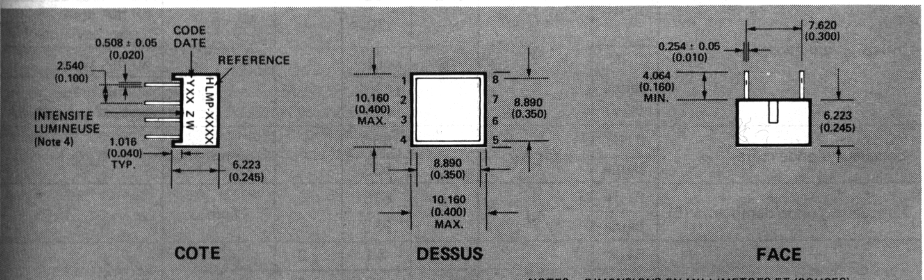
Applications

- **ECLAIRAGE DE LEGENDES A TROIS ETATS**
- **ECLAIRAGE DE PANNEAUX AVANT PAR TRANSPARENCE**
- **INDICATEURS**
- **COMMUTATEURS LUMINEUX A DEUX FONCTIONS**

Description

Les barrettes bicolores HLMP-2950 et -2965 sont des sources lumineuses de 8,89 x 8,89 mm destinées à de nombreuses applications, nécessitant une signalisation par couleurs différentes (deux ou trois états) à l'aide d'un seul voyant. Il est possible d'en modifier la couleur en utilisant une modulation par la largeur d'impulsions. Ces barrettes sont disposées sur des boîtiers DIP. Les puces des DEL jaunes et rouges haut rendement sont en GaAsP sur substrat GaP transparent, la puce des DEL vertes est en GaP sur substrat GaP transparent.

Dimensions



NOTES : DIMENSIONS EN MILLIMETRES ET (POUCES)
TOLERANCES : ± 0,25 mm SAUF MENTION CONTRAIRE

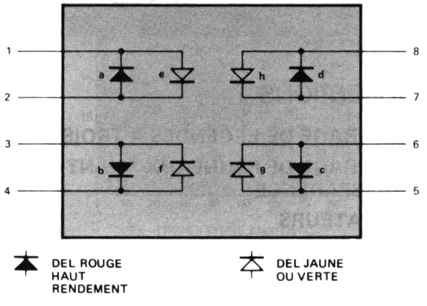
Valeurs limites absolues

Paramètres	HLMP-2950	HLMP-2965
Dissipation moyenne par DEL (1)	85 mW	135 mW
Températures de fonctionnement	$-40^{\circ}C$ à $+85^{\circ}C$	
Températures de stockage	$-40^{\circ}C$ à $+85^{\circ}C$	
Courant direct crête par DEL ($T_A = 50^{\circ}C$) (largeur d'impulsions max. = 2 ms) (1, 2)	60 mA	90 mA
Courant direct moyenné en temps en impulsions par DEL (2)	20 mA, $T_A = 50^{\circ}C$	25 mA, $T_A = 25^{\circ}C$
Courant direct continu par DEL ($T_A = 50^{\circ}C$) (3)	25 mA	30 mA
Température de soudage (à 1,6 mm du plan de base)	260°C pendant 3 s	

Notes :

1. HLMP-2965 : au-dessus de $T_A = 25^{\circ}C$, la dissipation diminue linéairement de 1,8 mW/°C par DEL. HLMP-2950 : au-dessus de $T_A = 50^{\circ}C$, la dissipation diminue linéairement de 1,8 mW/°C par DEL. Voir figure 2.
2. Se reporter à la figure 1 pour déterminer les conditions de fonctionnement en impulsions.
3. HLMP-2965 : au-dessus de $T_A = 50^{\circ}C$, réduire le courant de 0,5 mA/°C par DEL. HLMP-2950 : au-dessus de 60°C, réduire le courant de 0,5 mA/°C par DEL. Voir figure 3.

Schéma interne



BROCHAGE

BROCHE	ROUGE HAUT RENDEMENT	JAUNE OU VERT
1	CATHODE a	ANODE e
2	ANODE a	CATHODE e
3	ANODE b	CATHODE f
4	CATHODE b	ANODE f
5	CATHODE c	ANODE g
6	ANODE c	CATHODE g
7	ANODE d	CATHODE h
8	CATHODE d	ANODE h

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25^{\circ}C$

ROUGE HAUT RENDEMENT/JAUNE - HLMP-2950

Paramètre		Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Condition de mesure
Intensité lumineuse (4)	RHR	I_V	9	20		mcd	20 mA CC
				30			60 mA crête rapport cyclique 1/3
	Jaune		8	12			20 mA CC
				20			60 mA crête rapport cyclique 1/3
Longueur d'onde crête	RHR	λ_{PEAK}		635		nm	
	Jaune			583			
Longueur d'onde dominante (5)	RHR	λ_d		626		nm	
	Jaune			585			
Tension directe	RHR	V_F		2,1	2,6	V	$I_F = 20$ mA
	Jaune			2,2	2,6		
Résistance thermique jonction-broche		$R\theta_{J-PIN}$		150		°C/W/DEL	

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25^\circ C$

ROUGE HAUT RENDEMENT/VERT - HLMP-2965

Paramètre		Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Condition de mesure
Intensité lumineuse (4)	RHR	I_V	9	20		mcd	20 mA CC
				30			60 mA crête rapport cyclique 1/3
	Vert		7,5	20			20 mA CC
				30			60 mA crête rapport cyclique 1/3
Longueur d'onde crête	RHR	λ_{PEAK}		635		nm	
	Vert			565			
Longueur d'onde dominante (5)	RHR	λ_d		626		nm	
	Vert			572			
Tension directe	RHR	V_F		2,1	2,6	V	$I_F = 20$ mA
	Vert			2,2	2,6		
Résistance thermique jonction-broche		$R\theta_{J\text{-}PIN}$		150		°C/W/DEL	

Notes :

4. Ces dispositifs sont classés par intensité lumineuse. Celle-ci est désignée par deux lettres codes sur le coté du boîtier (Z = RHR, W = Jaune ou Vert).
5. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE.

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Les HLMP-2950 et -2965 sont constituées par huit DEL : quatre DEL rouges haut rendement et quatre DEL vertes ou jaunes. La surface émissive est uniformément éclairée par diffusion optique. Les DEL de couleur différente sont montées tête-bêche, l'anode et la cathode de chacune des paires étant reliées à une sortie.

La tension directe déduite de la figure 5 est utilisée pour calculer la valeur de la résistance et la puissance dissipée typique. Les valeurs suivantes de V_F permettent de calculer les valeurs maximales de V_F que doivent fournir les étages de commande et la puissance dissipée maximale.

$V_F = 1{,}8\text{ V} + I_{PEAK}\ (40\ \Omega)$
si $I_{PEAK} \geqslant 20$ mA

$V_F = 1{,}6\text{ V} + I_{DC}\ (50\ \Omega)$
si $5\text{ mA} \leqslant I_{DC} \leqslant 20$ mA

La puissance dissipée maximale peut être calculée pour toute condition d'impulsion ou de commande en courant continu. Pour une utilisation en courant continu, la puissance dissipée maximale est le produit de la tension directe maximale par le courant direct maximal. Pour des conditions de fonctionnement en impulsion, la puissance dissipée maximale est le produit de la tension directe maximale pour un courant crête donné par le courant direct moyen maximal. La puissance dissipée maximale admissible pour une température ambiante et une résistance thermique ($R\theta_{J\text{-}A}$) données peut se calculer à l'aide de la figure 2. La ligne continue sur la figure 2 ($R\theta_{J\text{-}A}$ de 538°C/W) correspond à la résistance thermique typique d'un dispositif enfiché dans un circuit imprimé. Les lignes en pointillé correspondent aux résistances thermiques possibles dans le cas d'une meilleure conception au niveau thermique. Après avoir déterminé la puissance dissipée maximale, on peut calculer soit le courant d'impulsion maximal, soit le courant direct maximal.

CARACTERISTIQUES OPTIQUES

Le diagramme de rayonnement de ces barrettes correspond pratiquement à une distribution Lambertienne. La stérance lumineuse est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$L_V\ (cd/m^2) = \frac{I_V\ (cd)}{A\ (m^2)}$$

La surface A étant de $67{,}74 \times 10^{-6}\ m^2$.

Pour plus de renseignements sur l'utilisation des fiches techniques et les méthodes de soudage recommandées, se reporter à la note d'applications 1005

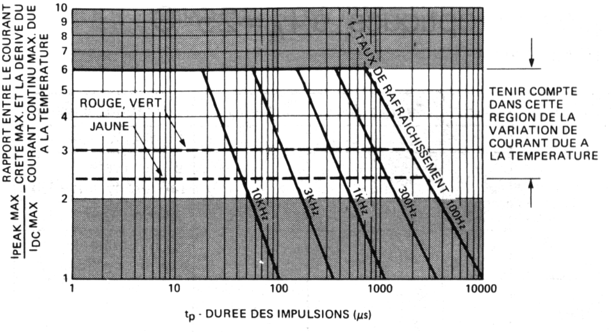


FIGURE 1 — Courant crête admissible en fonction de la durée des impulsions

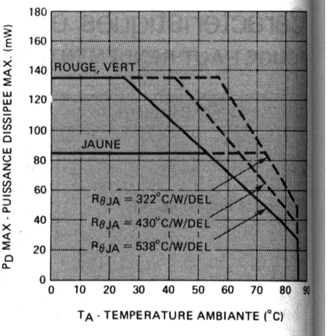


FIGURE 2 — Puissance dissipée max. admissible par DEL en fonction de la température ambiante, T_J MAX = 100°C

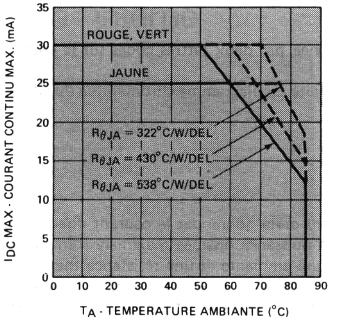


FIGURE 3 — Courant continu max. admissible par DEL en fonction de la température ambiante, T_J MAX = 100°C

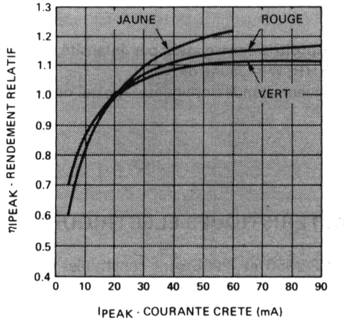


FIGURE 4 — Rendement lumineux relatif (par unité de courant) en fonction du courant par DEL

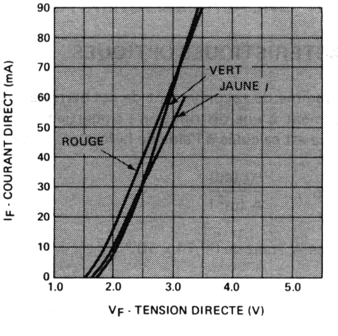


FIGURE 5 — Courant direct crête par DEL en fonction de la tension directe crête

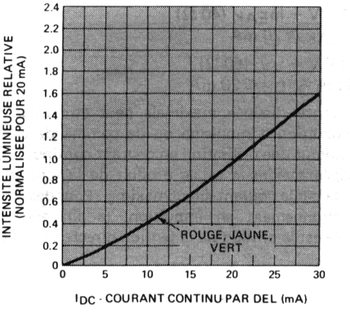


FIGURE 6 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant continu direct

CIRCUITS INVERSEURS DE POLARITE

Les barrettes lumineuses bicolores nécessitent un système d'inversion de polarité pour allumer les DEL voulues. Des transmetteurs de ligne, des circuits temporisateurs, des circuits de commande de mémoire peuvent s'utiliser pour cela.

Un transmetteur de ligne, prévu à l'origine pour commander une ligne de transmission de données, peut réaliser un étage inverseur pour barrette lumineuse bicolore. Un tel circuit possède une sortie à totem-pôle différent de celui de la plupart des circuits TTL, car sa sortie fournit autant de courant qu'il en soutire à son alimentation.

Les transmetteurs de ligne, conçus pour fonctionner avec une alimentation unique 5 V, sont spécifiés pour fournir 40 mA. La figure 7 indique les caractéristiques de sortie de trois circuits transmetteurs de ligne montés de telle façon que le courant sorte par l'une des deux sorties et rentre par l'autre. Ce circuit fait l'objet de la figure 8; sous 40 mA, la tension de sortie passe de 2,4 V (74128) à 2,9 V (DM 8830, 9614) lorsqu'ils sont alimentés sous 5 V. Le circuit inverseur de base pour barrette bicolore est indiqué figure 9. Un tel circuit délivrant 40 mA peut donc alimenter deux paires de DEL.

Certains transmetteurs, comme le 9614, sont conçus pour que la sortie servant de source soit différente de la sortie absorbant le courant. Il est donc ainsi possible d'alimenter les deux paires de DEL sous des courants différents comme le montre la figure 10. D'autres transmetteurs permettent d'éteindre toutes les DEL soit par l'intermédiaire d'une sortie trois états, soit par un autre moyen comme le montre la figure 11.

Le circuit temporisateur NE556 ou deux NE555 permettent de réaliser une commande pour barrette lumineuse comme le montre la figure 12. Les sorties du NE556 peuvent débiter 200 mA avec l'avantage sur les circuits décrits précédemment de fonctionner avec des tensions d'alimentation comprises entre 4,5 et 16 V. Montés comme sur la figure, chaque temporisateur fonctionne en inverseur.

Le circuit de la figure 13, réalisé avec des circuits de commande de mémoire (75325), permet de commander plusieurs paires de DEL. Le 75325 fournit jusqu'à 600 mA avec des tensions de sortie bien supérieures à celles des transmetteurs de ligne. Il nécessite cependant une source de tension supplémentaire de 7,5 V, débitant 40 mA, pour assurer la polarisation correcte des étages débitant le courant. Le 75325 permet de réaliser une commande à trois états (éteint - jaune ou vert - rouge).

Si l'on ajoute aux circuits précédents un circuit de modulation par impulsions de largeur variable, il est possible de faire varier la couleur dans une certaine plage. Cette technique est illustrée figure 14.

Hewlett-Packard ne peut engager sa responsabilité en ce qui concerne les circuits décrits ci-dessus. Nous ne garantissons que les circuits faisant partie intégrante de nos produits finis.

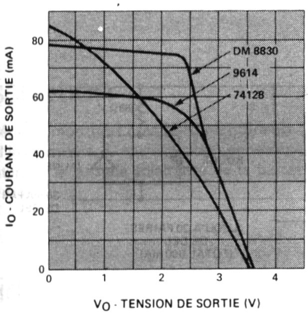


FIGURE 7 — Caractéristiques de sortie typique des transmetteurs de ligne

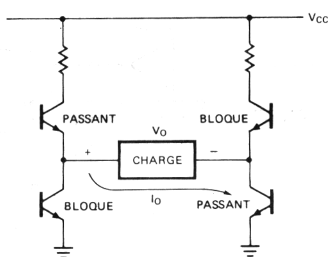


FIGURE 8 — Circuit équivalent à un transmetteur de ligne

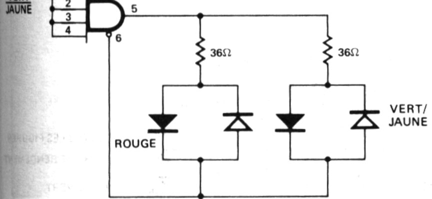


FIGURE 9 — Circuit transmetteur de ligne typique, environ 20 mA par paire de DEL

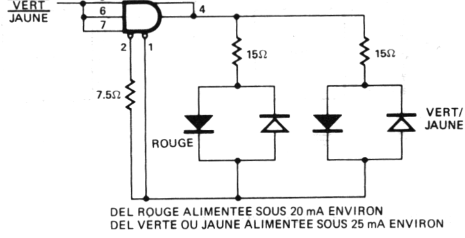


FIGURE 10 — Technique d'alimentation des DEL sous des courants différents

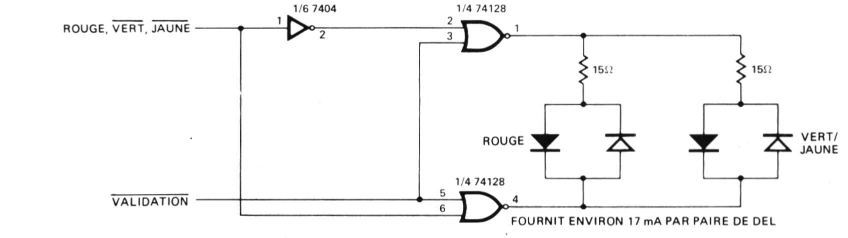


FIGURE 11 – Système de commande à trois états (éteint, rouge, vert ou jaune)

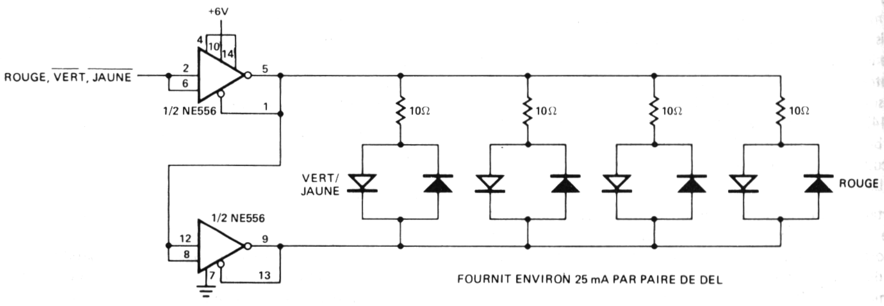


FIGURE 12 – Utilisation d'un circuit de temporisation double pour commander des barrettes bicolores

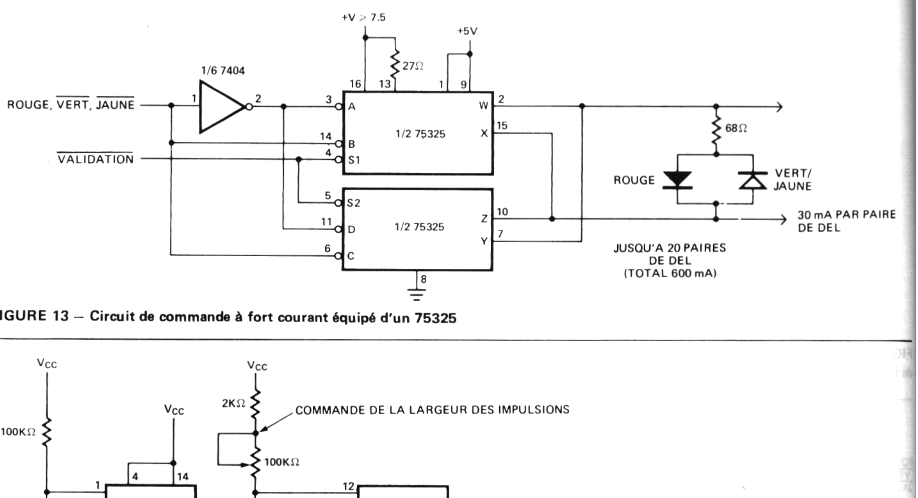


FIGURE 13 – Circuit de commande à fort courant équipé d'un 75325

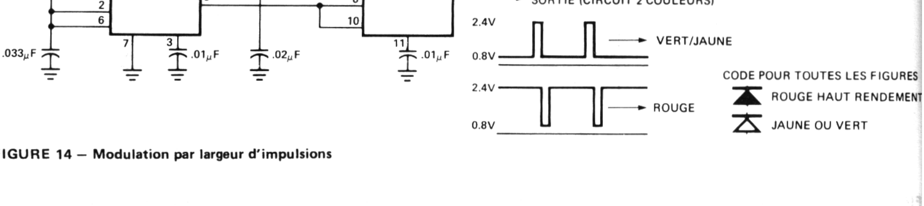


FIGURE 14 – Modulation par largeur d'impulsions

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

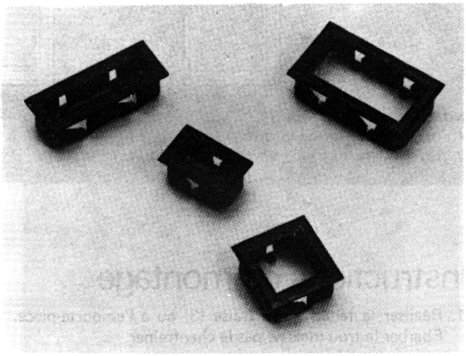
MONTURES AVEC SUPPORT D'ÉTIQUETTE TRANSPARENTE POUR BARRETTES LUMINEUSES MODULAIRES

HLMP-2598, -2599, -2898, -2899

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- PERMETTENT UNE FIXATION SOLIDE DES BARRETTES MODULAIRES SUR PANNEAU
- ASSURENT LE MAINTIEN D'ETIQUETTES TRANSPARENTES DANS LES MONTAGES SUR PANNEAU OU CARTES DE CIRCUITS IMPRIMES
- FIXATION PAR ENCLIQUETAGE
- LA BORDURE NOIRE MATE AMELIORE LA PRESENTATION DU PANNEAU
- DISPONIBLES EN QUATRE MODELES
- S'ADAPTENT A DES PANNEAUX D'EPAISSEUR COMPRISE ENTRE 1,52 ET 3,18 MM
- PERÇAGE FACILE DES PANNEAUX A LA FRAISE OU A L'EMPORTE-PIECE



Description

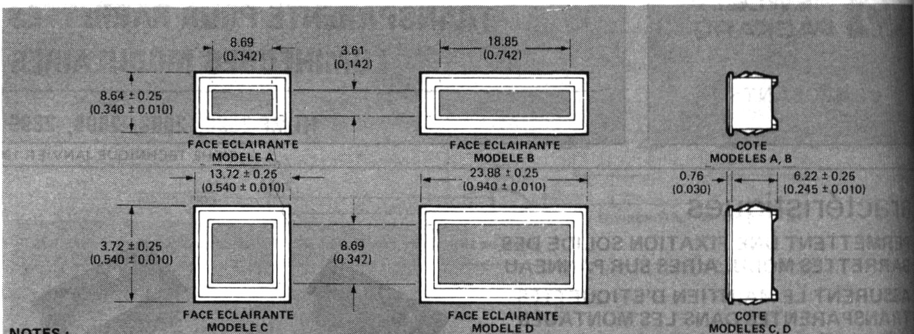
Cette série de montures avec bordure noire est destinée au montage des barrettes lumineuses Hewlett-Packard sur le panneau avant d'instruments. L'épaisseur du panneau peut être comprise entre 1,5 et 3,2 mm. Un espace est prévu entre la fenêtre de la monture et la surface éclairante de la barrette pour y placer une étiquette transparente avec légende ayant une épaisseur de 130 mm.

Guide de sélection

Référence monture HLMP-	Barrette lumineuse correspondante HLMP-	Dimensions des trous de montage	Boîtier	
2598	2350, 2450, 2550	7,62 mm x 22,86 mm		B
2599	2300, 2400, 2500	7,62 mm x 12,70 mm		A
2898	2600, 2700, 2800 2655, 2755, 2855 2950, 2965	12,70 mm x 12,70 mm		C
2899	2620, 2720, 2820 2635, 2735, 2835 2670, 2770, 2870 2865, 2785, 2885	12,70 mm x 22,86 mm		D

Notes :
1. La note d'applications 1012 donne des méthodes de réalisation des étiquettes transparentes.
2. Tolérances + 0,00 mm, – 0,13 mm. Rayon max. admissible aux angles : 1,60 mm.

Dimensions



NOTES :
1. Dimensions en mm et (pouces)
2. Les dimensions sans tolérance sont des valeurs nominales

Instructions de montage

1. Réaliser la fenêtre à la fraise (3) ou à l'emporte-pièce. Ebarber le trou mais ne pas le chanfreiner.

2. Placer la monture face contre une surface plane et solide. Une étiquette de dimension identique à celle de la face lumineuse de la barrette peut être placée soit à l'intérieur de la monture, soit fixée sur la face de la barrette. Introduire la barrette à l'intérieur de la monture jusqu'à encliquetage des tenons. Pour introduire une barrette dans la monture HLMP-2898, orienter le boîtier pour que les encoches se trouvent face aux côtés sans tenon (Figure 1).

3. En appuyant sur la face lumineuse, introduire l'ensemble dans la fenêtre, par la face avant du panneau (Figure 2).

NOTE : Sur panneau de faible épaisseur, introduire la monture en premier, puis ensuite la barrette dans la monture par l'arrière du panneau.

NOTES :
3. Utiliser une fraise de 3,18 mm.
4. Les montages et démontages répétés risquent de diminuer la force de maintien de la monture.

Processus de montage

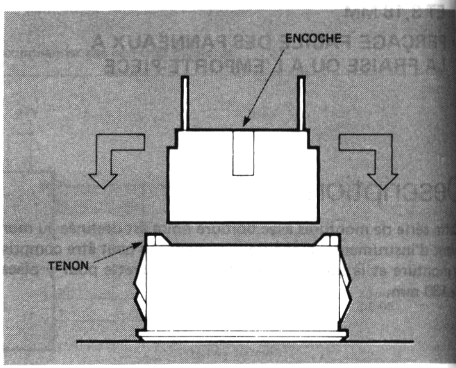


FIGURE 1 — Introduction de la barrette lumineuse dans la montur

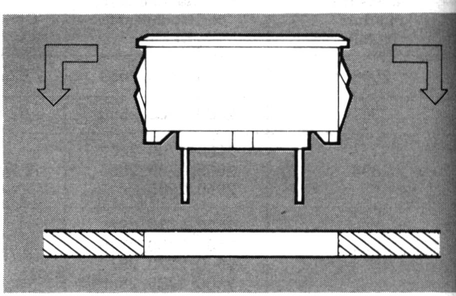


FIGURE 2 — Introduction de l'ensemble monté dans la fenêtre

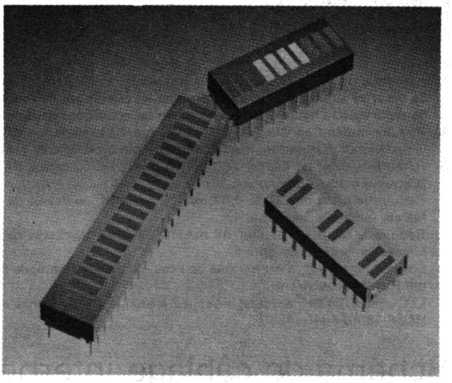
ÉCHELLES LUMINEUSES A 10 ÉLÉMENTS

ROUGE • HDSP-4820
ROUGE HAUT RENDEMENT • HDSP-4830
JAUNE • HDSP-4840
VERT HAUTES PERFORMANCES • HDSP-4850
MULTICOLORE • HDSP-4832
MULTICOLORE • HDSP-4836

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- ECHELLES MULTICOLORES A LA DEMANDE
- ADAPTATION DES DEL POUR UNIFORMITE DE L'INTENSITE LUMINEUSE
- BARRETTES A EMBOITEMENT ALIGNABLES
- CONTRUCTION ROBUSTE
- SEGMENTS DE GRANDE TAILLE BIEN DISCERNABLES
- GRAND CONTRASTE ETEINT/ALLUME ENTRE ELEMENTS
- GRAND ANGLE DE VISION
- CLASSEMENT PAR INTENSITE LUMINEUSE
- CLASSEMENT PAR LONGUEUR D'ONDE DOMINANTE DES HDSP-4832/-4836/-4840/-4850



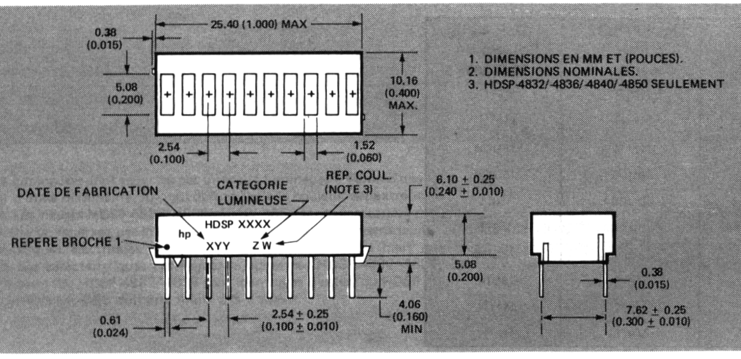
Description

Les barrettes de DEL à 10 éléments constituent des modules destinés à visualiser facilement des informations représentées par des échelles lumineuses. Les boîtiers sont alignables et permettent de visualiser des lignes d'informations. Ces barrettes éliminent les problèmes d'alignement ainsi que ceux de l'homogénisation de l'intensité lumineuse et de la couleur. Des modules HDSP-4820/-4830/-4840/-4850 comportent des DEL d'une seule couleur. Les HDSP-4832/-4836 sont des barrettes multicolores comprenant des DEL rouges haut rendement, jaunes et vertes dans un même boîtier. Des barrettes multicolores avec des combinaisons de couleurs différentes sont disponibles sur demande.

Applications

- CONTROLES INDUSTRIELS
- INSTRUMENTATION
- EQUIPEMENTS DE BUREAUX
- PERIPHERIQUES D'ORDINATEUR
- PRODUITS GRAND PUBLIC

Dimensions



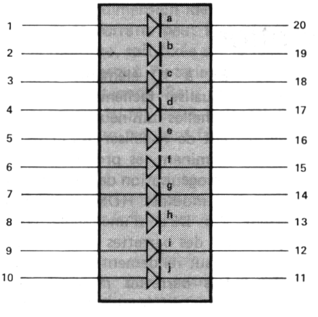
1. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES).
2. DIMENSIONS NOMINALES.
3. HDSP-4832/-4836/-4840/-4850 SEULEMENT

Valeurs limites absolues

Paramètre	HDSP-4820	HDSP-4830	HDSP-4840	HDSP-4850
Dissipation moyenne par DEL ($T_A = 25°C$) (1)	125 mW	125 mW	125 mW	125 mW
Courant direct crête par DEL	150 mA (2)	90 mA (3)	60 mA (3)	90 mA (3)
Courant direct par DEL	30 mA (4)	30 mA (5)	20 mA (6)	30 mA (7)
Température de fonctionnement	– 40°C à + 85°C			
Température de stockage	– 40°C à + 85°C			
Tension inverse par DEL	3 V			
Température de soudage (à 1,6 mm du plan de base) (8)	260°C pendant 3 s			

Notes :
1. Au-dessus de $T_A = 25°C$, la dissipation diminue linéairement de 1,67 mW/°C par DEL pour que $R\Theta_{J-A}$ ne dépasse pas 600°C/W/DEL.
2. Se reporter à la figure 1 pour déterminer les conditions de fonctionnement en pulsé.
3. Se reporter à la figure 6 pour déterminer les conditions de fonctionnement en pulsé.
4. Réduire le débit en CC de 0,81 mA/°C par DEL au-dessus de $T_A = 63°C$ pour que $R\Theta_{J-A}$ ne dépasse pas 600°C/W/DEL. En améliorant le système de dissipation, il est possible de fonctionner à de plus fortes températures sans diminuer le débit admissible (voir figure 2).
5. Réduire le débit en CC de 0,60 mA/°C par DEL au-dessus de $T_A = 50°C$ pour que $R\Theta_{J-A}$ ne dépasse pas 600°C/W/DEL (voir figure 7). Mêmes remarques que note 4.
6. Réduire le débit en CC de 0,67 mA/°C par DEL au-dessus de $T_A = 70°C$ pour que $R\Theta_{J-A}$ ne dépasse pas 600°C/W/DEL (voir figure 8). Mêmes remarques que note 4.
7. Réduire le débit en CC de 0,48 mA/°C par DEL au-dessus de $T_A = 37°C$ pour que $R\Theta_{J-A}$ ne dépasse pas 600°C/W/DEL (voir figure 9). Mêmes remarques que note 4.
8. Comme nettoyant, n'utiliser que de l'eau, de l'Isopropanol, de l'Ethanol, du Fréon TF ou TE, du Genésolv DI-15 ou DE-15 (ou un produit qui leur soit équivalent).
9. Les valeurs limites absolues pour les éléments RHR, jaunes et verts des échelles lumineuses multicolores, sont identiques à celles des HDSP-4830/-4840/-4850.

Schéma de câblage interne



BROCHAGE

Broche	Fonction	Broche	Fonction
1	Anode a	11	Cathode j
2	Anode b	12	Cathode i
3	Anode c	13	Cathode h
4	Anode d	14	Cathode g
5	Anode e	15	Cathode f
6	Anode f	16	Cathode e
7	Anode g	17	Cathode d
8	Anode h	18	Cathode c
9	Anode i	19	Cathode b
10	Anode j	20	Cathode a

Couleur du segment des barrettes multicolores

Segment	HDSP-4832 Couleur du segment	HDSP-4836 Couleur du segment
a	RHR	RHR
b	RHR	RHR
c	RHR	Jaune
d	Jaune	Jaune
e	Jaune	Vert
f	Jaune	Vert
g	Jaune	Jaune
h	Vert	Jaune
i	Vert	RHR
j	Vert	RHR

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$ [4]

BARRETTES LUMINEUSES ET ECHELLES ANALOGIQUES

HDSP-4820 ROUGE

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par DEL (moyenne par segment) (1)	I_V	$I_F = 20$ mA	610	1250		µcd
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			655		nm
Longueur d'onde dominante (2)	λ_d			645		nm
Tension directe par DEL	V_F	$I_F = 20$ mA		1,6	2	V
Courant inverse par DEL	V_R	$I_R = 100$ µA	3	12 (5)		V
Coefficient de température de V_F par DEL	$\Delta V_F/°C$			−2		mV/°C
Résistance thermique jonction-broche par DEL	$R_{\Theta J\text{-}PIN}$			300		°C/W/DEL

HDSP-4830 ROUGE HAUT RENDEMENT

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par DEL (moyenne par segment) (1)	I_V	$I_F = 10$ mA	750	2280		µcd
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			635		nm
Longueur d'onde dominante (2)	λ_d			626		nm
Tension directe par DEL	V_F	$I_F = 20$ mA		2,1	2,5	V
Courant inverse par DEL	V_R	$I_R = 100$ µA	3	30 (5)		V
Coefficient de température de V_F par DEL	$\Delta V_F/°C$			−2		mV/°C
Résistance thermique jonction-broche par DEL	$R_{\Theta J\text{-}PIN}$			300		°C/W/DEL

HDSP-4840 JAUNE

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par DEL (moyenne par segment) (1)	I_V	$I_F = 10$ mA	600	1900		µcd
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			583		nm
Longueur d'onde dominante (2, 3)	λ_d		581	585	592	nm
Tension directe par DEL	V_F	$I_F = 20$ mA		2,2	2,5	V
Courant inverse par DEL	V_R	$I_R = 100$ µA	3	40 (5)		V
Coefficient de température de V_F par DEL	$\Delta V_F/°C$			−2		mV/°C
Résistance thermique jonction-broche par DEL	$R_{\Theta J\text{-}PIN}$			300		°C/W/DEL

HDSP-4850 VERT

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par DEL (moyenne par segment) (1)	I_V	$I_F = 10$ mA	600	1900		µcd
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			566		nm
Longueur d'onde dominante (2, 3)	λ_d			571	577	nm
Tension directe par DEL	V_F	$I_F = 10$ mA		2,1	2,5	V
Courant inverse par DEL	V_R	$I_R = 100$ µA	3	50 (5)		V
Coefficient de température de V_F par DEL	$\Delta V_F/°C$			−2		mV/°C
Résistance thermique jonction-broche par DEL	$R_{\Theta J\text{-}PIN}$			300		°C/W/DEL

Notes :

1. Les échelles lumineuses sont repérées par intensité lumineuse à l'aide d'une lettre imprimée sur un des côtés du boîtier.
2. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE.
3. Les échelles lumineuses HDSP-4832/-4836/-4840/-4850 sont répertoriées par la longueur d'onde dominante à l'aide d'un chiffre imprimé à côté de la lettre de repérage par intensité lumineuse. Seuls les éléments jaunes des HDSP-4832/-4836 sont repérés par la couleur.
4. Les caractéristiques électriques et optiques des éléments rouges haut rendement des HDSP-4832/-4836 sont identiques à celles du HDSP-4830. Les caractéristiques des éléments jaunes des HDSP-4832/-4836 sont identiques à celles du HDSP-4840. Les caractéristiques des éléments verts des HDSP-4832/-4836 sont identiques à celles du HDSP-4850.
5. Le courant inverse par DEL doit être limité à 3 V max.

HDSP-4820

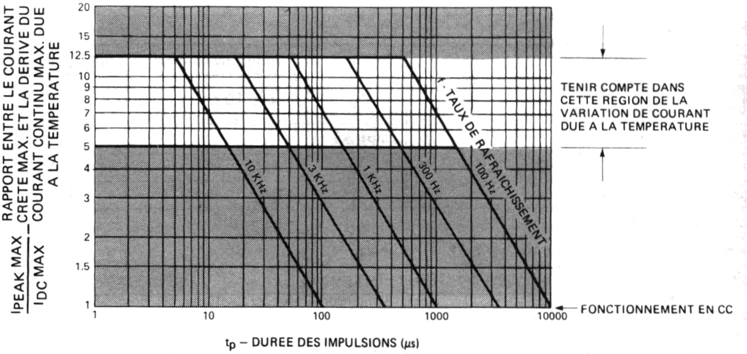


FIGURE 1 — Courant maximal admissible en fonction de la durée des impulsions

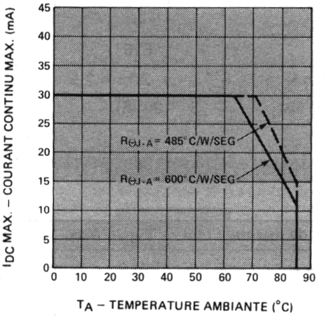


FIGURE 2 — Courant continu maximal admissible par DEL en fonction de la température ambiante. La dérive est basée sur la résistance thermique jonction DEL - ambiance max. admissible . $T_{J\,MAX} = 100°C$

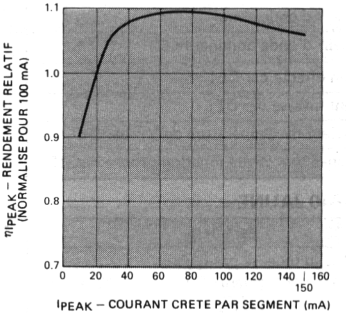


FIGURE 3 — Rendement lumineux relatif (par unité de courant) en fonction du courant crête par segment

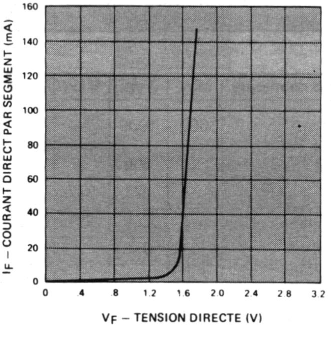


FIGURE 4 — Courant direct par segment en fonction de la tension directe

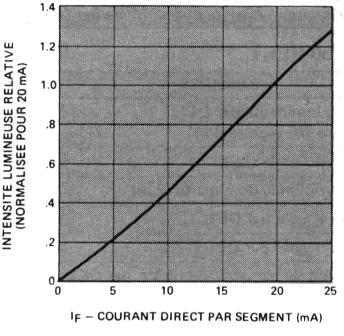


FIGURE 5 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant continu direct

Pour plus de renseignements sur l'utilisation des fiches techniques et les méthodes de soudage recommandées, se reporter à la note d'applications 1005

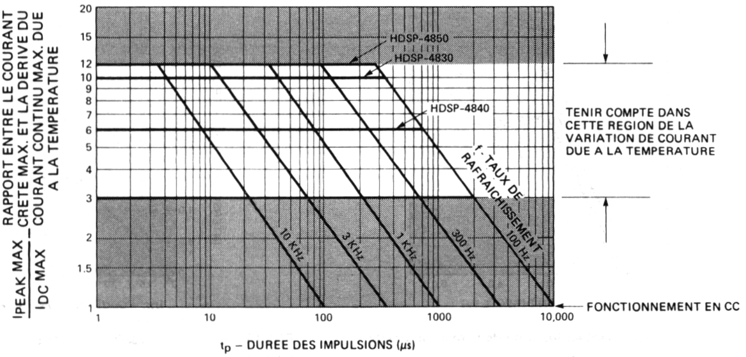


FIGURE 6 — Courant maximal admissible en fonction de la durée des impulsions

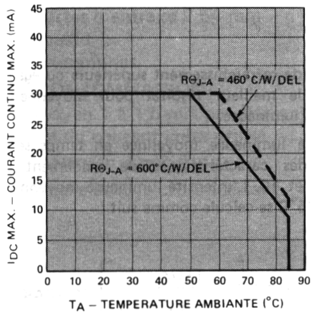


FIGURE 7 — HDSP-4830 : courant continu maximal admissible par DEL en fonction de la température ambiante. La dérive est basée sur la résistance thermique jonction DEL - ambiance maximale possible. $T_{J\,MAX} = 100°C$

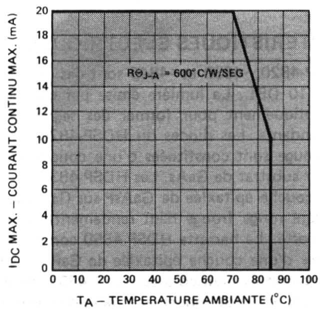


FIGURE 8 — HDSP-4840 : courant continu maximal admissible par élément en fonction de la température ambiante. La dérive est basée sur la résistance thermique jonction DEL - ambiance maximale possible. $T_{J\,MAX} = 100°C$

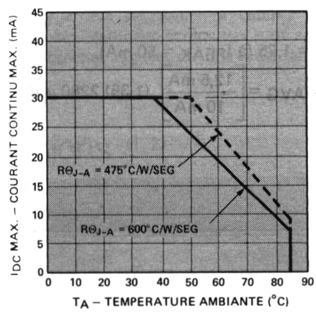


FIGURE 9 — HDSP-4850 : courant continu maximal admissible par élément en fonction de la température ambiante. La dérive est basée sur la résistance thermique jonction DEL - ambiance maximale possible. $T_{J\,MAX} = 100°C$

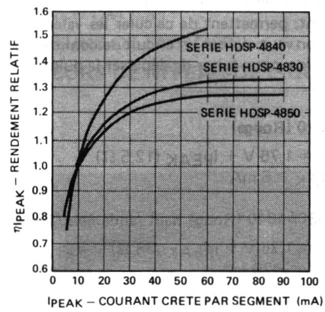


FIGURE 10 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête par segment

Pour plus de renseignements sur l'utilisation des fiches techniques et les méthodes de soudage recommandées, se reporter à la note d'applications 1005

HDSP-4830/-4840/-4850

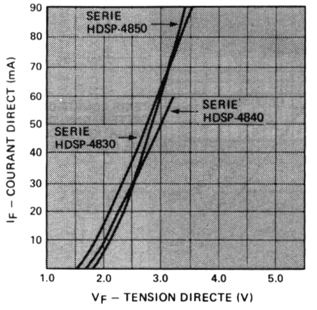


FIGURE 11 — Courant direct en fonction de la tension directe

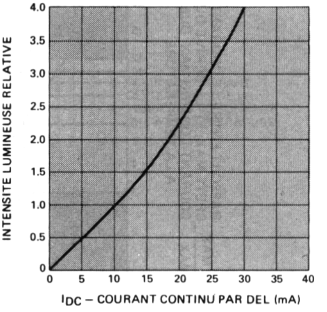


FIGURE 12 — HDSP-4830/-4840/-4850 : intensité lumineuse relative en fonction du courant direct continu

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Les HDSP-4820, -4830 et -4840 sont des barrettes constituées de 10 DEL. La lumière émise par chaque DEL est dilatée optiquement pour former des segments parallèles et indépendants. Les diodes du HDSP-4820 qui émettent dans le rouge sont constituées d'une couche épitaxiée de GaAsP sur substrat de GaAs. Les HDSP-4830 et -4840 utilisent une couche épitaxiée de GaAsP sur GaP pour produire une lumière rouge (rouge haut rendement) et verte extrêmement forte. La barrette HDSP-4850 comporte des DEL constituées d'une couche épitaxiée de GaP sur substrat de GaP. Les barrettes multicolores HDSP-4832/-4836 utilisent des DEL rouges haut rendement, jaunes et vertes dans un même boîtier.

Ces dispositifs sont conçus pour fonctionner en multiplexage. La tension directe, relevée sur les figures 4 et 11, est utilisée pour déterminer la valeur de la résistance de limitation et la dissipation typique. Les expressions de $V_{F\ MAX}$, qui suivent, permettent de calculer les valeurs max. de V_F lorsque l'on veut réaliser un circuit de commande et calculer la dissipation pour éviter de dépasser la puissance maximale admissible.

HDSP-4820 (Rouge)

$V_{F\ MAX} = 1{,}75\ V + I_{PEAK}\ (12{,}5\ \Omega)$
si $I_{PEAK} \geqslant 5$ mA

HDSP-4830/-4840 (Rouge haut rendement/Jaune)

$V_{F\ MAX} = 1{,}75\ V + I_{PEAK}\ (38\ \Omega)$
si $I_{PEAK} \geqslant 20$ mA

$V_{F\ MAX} = 1{,}6\ V + I_{DC}\ (45\ \Omega)$
si $5\ mA \leqslant I_{DC} \leqslant 20$ mA

HDSP-4850 (Vert)

$V_{F\ MAX} = 2\ V + I_{PEAK}\ (50\ \Omega)$
si $I_{PEAK} > 5$ mA

Des taux de rafraîchissement supérieurs ou égaux à 1 kHz donnent le meilleur résultat pour moyenner en temps l'intensité lumineuse.

L'intensité lumineuse moyennée en temps se calcule en partant des caractéristiques de rendement relatif des figures 3 et 10. L'intensité lumineuse moyennée en temps à $T_A = 25°C$ se calcule comme suit :

$$I_{V\ TIME\ AVG} = \left[\frac{I_{AVG}}{I_{F\ SPEC\ AVG}}\right] (\eta I_{PEAK})\ (I_{V\ SPEC})$$

Exemple : un HDSP-4830 fonctionne à $I_{PEAK} = 50$ mA et le rapport cyclique est de 1/4.

$\eta I_{PEAK} = 1{,}35$ (à $I_{PEAK} = 50$ mA)

$$I_{V\ TIME\ AVG} = \left[\frac{12{,}5\ mA}{10\ mA}\right] (1{,}35)\ 2280\ \mu cd = 3847\ \mu cd$$

Pour plus de renseignements sur les barrettes lumineuses et les circuits de commande recommandés, se reporter à la note d'applications 1007 «EMPLOI DES ECHELLES LUMINEUSES»

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

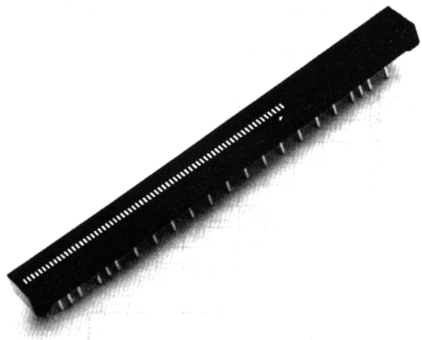
ÉCHELLE ANALOGIQUE 101 ÉLÉMENTS

ROUGE • HDSP-8820

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **EXCELLENTE RESOLUTION (1%)**
- **EXCELLENTE PRESENTATION**
  Eléments larges et bien visibles
  Eclairement homogène par DEL sélectionnées
  Très bon alignement des éléments
  Lecture facile à 1 m
- **BOITIER SINGLE-IN-LINE**
  Pattes robustes d'entraxe 2,54 mm
  Boîtier robuste
  Cathodes communes
- **FAIBLE CONSOMMATION**
  Courant moyen 1 à 1,5 mA par élément en fonction du courant crête utilisé
- **ELECTRONIQUE ASSOCIEE**
  Interface facile avec microprocesseur



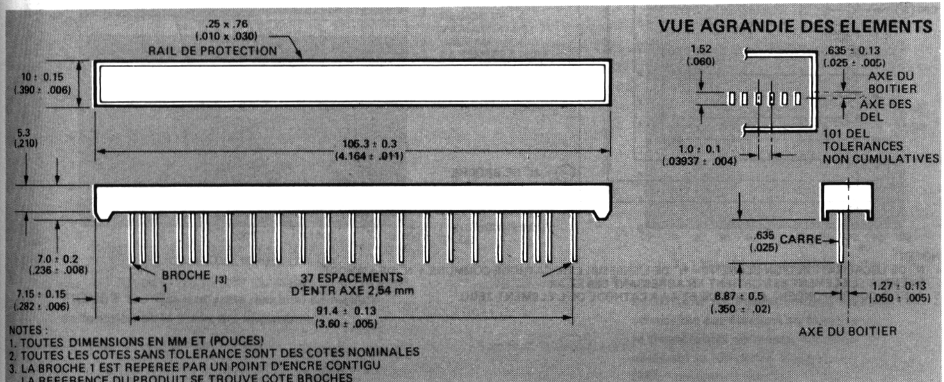
Description

Le HDSP-8820 est constitué d'un réseau monolithique de 101 DEL alignées. Il est destiné à visualiser des informations sous forme d'échelle analogique ou d'indicateur de position. Il est constitué de puces au GaAsP fixées sur un circuit imprimé, enfermé dans un boîtier en polycarbonate rouge dont la partie arrière est scellée à l'époxy. Les puces correspondant aux cathodes communes sont adressées au moyen de 22 broches alignées sur une seule rangée situées sous le boîtier.

Applications

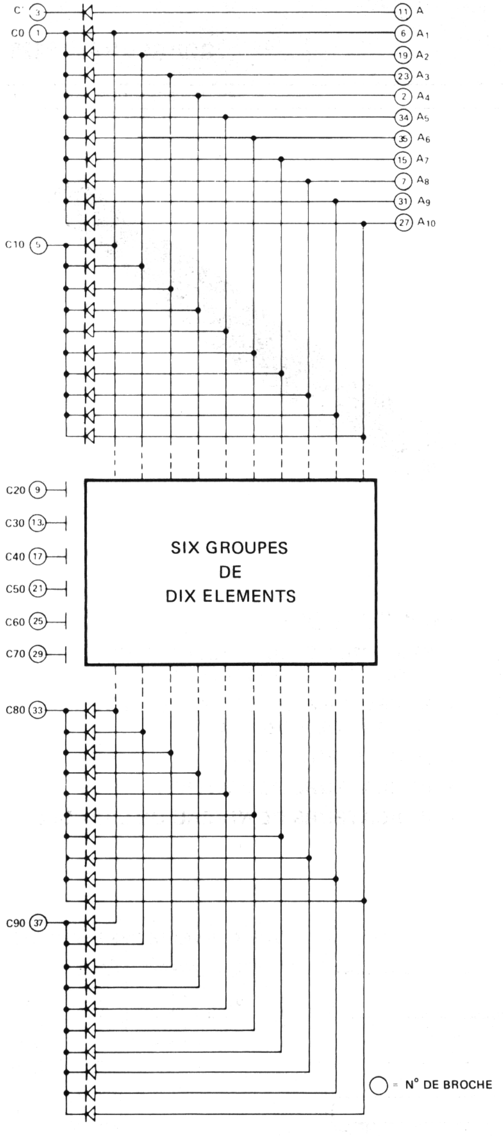
- **SYSTEME DE SURVEILLANCE DE PROCESSUS INDUSTRIELS**
- **REMPLACEMENT D'APPAREILS DE MESURE DE TABLEAU**
- **INSTRUMENTATION**
- **INDICATEURS DE POSITION**
- **INDICATEURS DE NIVEAU DE LIQUIDES**

Dimensions (1, 2)



NOTES :
1. TOUTES DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)
2. TOUTES LES COTES SANS TOLERANCE SONT DES COTES NOMINALES
3. LA BROCHE 1 EST REPEREE PAR UN POINT D'ENCRE CONTIGU
   LA REFERENCE DU PRODUIT SE TROUVE COTE BROCHES

Schéma interne (4, 5)



NOTES :
4. N° DE LOCALISATION D'UN ELEMENT = N° DE L'ENSEMBLE DE CATHODE COMMUNE + N° DE L'ANODE.
EXEMPLE : L'ELEMENT 83 S'OBTIENT EN ADRESSANT C80 ET A3.
5. A' ET C' CORRESPONDENT A L'ANODE ET A LA CATHODE DE L'ELEMENT ZERO.

Brochage

BROCHE	FONCTION
1	CO
2	A4
3	C' (5)
4	Pas de broche
5	C10
6	A1
7	A8
8	Pas de broche
9	C20
10	Pas de broche
11	A' (5)
12	Pas de broche
13	C30
14	Pas de broche
15	A7
16	Pas de broche
17	C40
18	Pas de broche
19	A2
20	Pas de broche
21	C50
22	Pas de broche
23	A3
24	Pas de broche
25	C60
26	Pas de broche
27	A10
28	Pas de broche
29	C70
30	Pas de broche
31	A9
32	Pas de broche
33	C80
34	A5
35	A6
36	Pas de broche
37	C90

Valeurs limites absolues

Paramètre	HDSP-8820
Dissipation moyenne par élément, $T_A = 25°C$	15 mW
Courant crête direct par élément, $T_A = 25°C$ (largeur d'impulsion max. = 300 µs) (6)	200 mA
Courant direct moyen par élément, $T_A = 25°C$ (7)	7 mA
Température de fonctionnement	– 40°C à + 85°C
Température de stockage	– 40°C à + 85°C
Tension inverse par élément	5 V
Température de soudage à 1,6 mm du plan de base (8)	260°C pendant 3 s

Notes :

6. Se reporter à la figure 1 pour déterminer les conditions de fonctionnement en impulsions.
7. Au-dessus de $T_A = 70°C$, le courant direct moyen diminue de 0,16 mA/°C. Voir figure 2.
8. N'utiliser que de l'eau, de l'Isopropanol, de l'Ethanol, du Fréon TF ou TE (ou équivalent), du Gènesolv DI-15 ou DE-15 (ou équivalent) pour le nettoyage. Pour la soudure à la vague, voir les recommandations données plus loin.

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse moyennée en temps par élément (9)	I_V	100 mA crête Rapport cyclique 1/110	8	20		µcd
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			655		nm
Longueur d'onde dominante (10)	λ_d			640		nm
Courant direct par élément	V_F	$I_F = 100$ mA		1,7	2,1	V
Tension inverse par élément	V_R	$I_R = 100$ µA	3			V
Coefficient de température	$\Delta V_F/°C$			– 2		mV/°C
Résistance thermique jonction DEL - broche	$R\Theta_{J\text{-}PIN}$			700		°C/W/ DEL

Notes :

9. Il n'est pas recommandé d'utiliser des courants crête inférieurs à 15 mA. L'esthétique n'est garantie qu'à partir de 100 mA crête avec un rapport cyclique 1/110.
10. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE.

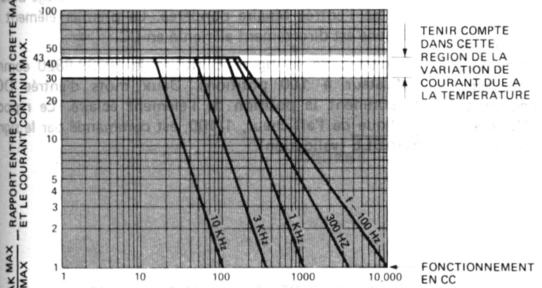


FIGURE 1 — Courant crête maximal admissible en fonction de la durée des impulsions

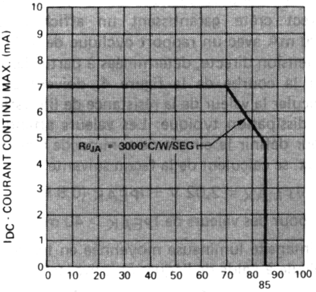


FIGURE 2 — Courant continu maximal admissible par élément en fonction de la température ambiante. La dérive est basée sur la résistance thermique jonction DEL - ambiance maximale possible d'un élément, T_J MAX = 115°C

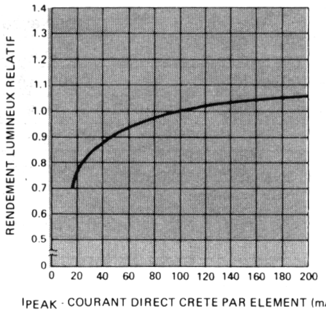


FIGURE 3 — Rendement lumineux relatif en fonction du courant crête par élément (intensité lumineuse par unité de courant)

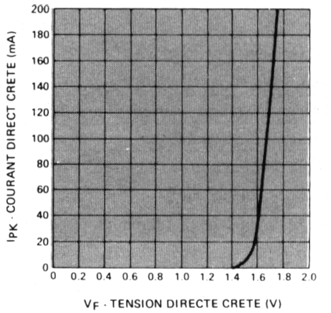


FIGURE 4 — Courant direct en fonction de la tension directe

Pour tirer le meilleur profit des informations fournies dans cette fiche, consulter la note d'applications 1005

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Le réseau monolithique de DEL HDSP-8820 est constitué de puces de DEL rouges au GaAsP assemblées sur une carte CI et encapsulées dans un boîtier en polycarbonate rouge scellé à l'époxy. Les 101 éléments sont disposés en dix groupes plus une DEL indépendante. Les dix éléments de chaque groupe ont leurs cathodes reliées en commun. Les éléments de même ordre dans chaque groupe ont leurs anodes reliées. L'ensemble est adressé au moyen de 22 broches situées à l'arrière du dispositif.

L'échelle analogique est destinée à fonctionner en échantillonnage (multiplexage). Le courant direct crête minimal, pour lequel tous les éléments sont allumés, est de 15 mA avec un rapport cyclique de 1/110. La valeur du courant direct crête garantissant un affichage agréable est de 100 mA avec un rapport cyclique de 1/110. Les valeurs de la tension directe, déterminées à partir des valeurs indiquées sur la courbe de la figure 4, doivent être utilisées pour calculer la valeur de la résistance de limitation du courant et la dissipation typique. Les valeurs attendues de V_F max. pour définir le circuit de commande ainsi que la dissipation max. se calculent de la façon suivante :

$$V_{FMAX} = 2{,}02\ V + I_{PEAK}\ (0{,}8\ \Omega)$$

pour des valeurs de $I_{PEAK} > 40$ mA

L'intensité lumineuse moyennée en temps à $T_A = 25°C$ se calcule à l'aide de l'équation suivante :

$$I_V \text{ Time Avg.} = \left[\frac{I_{F\text{-}AVG}}{I_{F\text{-}SPEC\text{-}AVG}} \right] \bullet \eta I_{PEAK} \bullet I_{V\text{-}SPEC}$$

dans laquelle l'intensité lumineuse, η, se détermine à partir de la courbe de la figure 3.

Le circuit de la figure 5 affiche une entrée binaire pondérée en forme d'échelle analogique ayant une résolution de 101 bits. L'élément de base du système est un compteur par 100 à décade type 74390. Les «1» issus du compteur commandent l'anode des DEL par l'intermédiaire d'un décodeur 7442. Le circuit UDN 2585 Sprague amplifie les crêtes de courant. Les sorties «10» du compteur commandent les groupes de cathode par l'intermédiaire d'un décodeur BCD décimal 74145. Un compteur binaire 7 bits 74393 suit le compteur à décade et se trouve remis à zéro après 100 comptes. Le comparateur 4 bits 74LS85 surveille les entrées du compteur binaire et des circuits extérieurs et coupe l'affichage lorsque le comptage binaire dépasse l'entrée binaire pondérée. Le premier élément de l'échelle est directement alimenté en CC.

Le circuit de la figure 6 utilise le HDSP-8820 comme indicateur à 100 positions. Deux mots d'entrée DCB déterminent la position de l'élément éclairé. Le rapport cyclique de l'afficheur, 1/100, est commandé par le signal $\overline{\text{ENABLE}}$ (validation).

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

La soudure à la vague du dispositif dépend du type d'installation utilisé et des processus suivis. Il est recommandé d'observer une période de refroidissement avant de procéder au nettoyage. Pour tout renseignement complémentaire, consulter Hewlett-Packard.

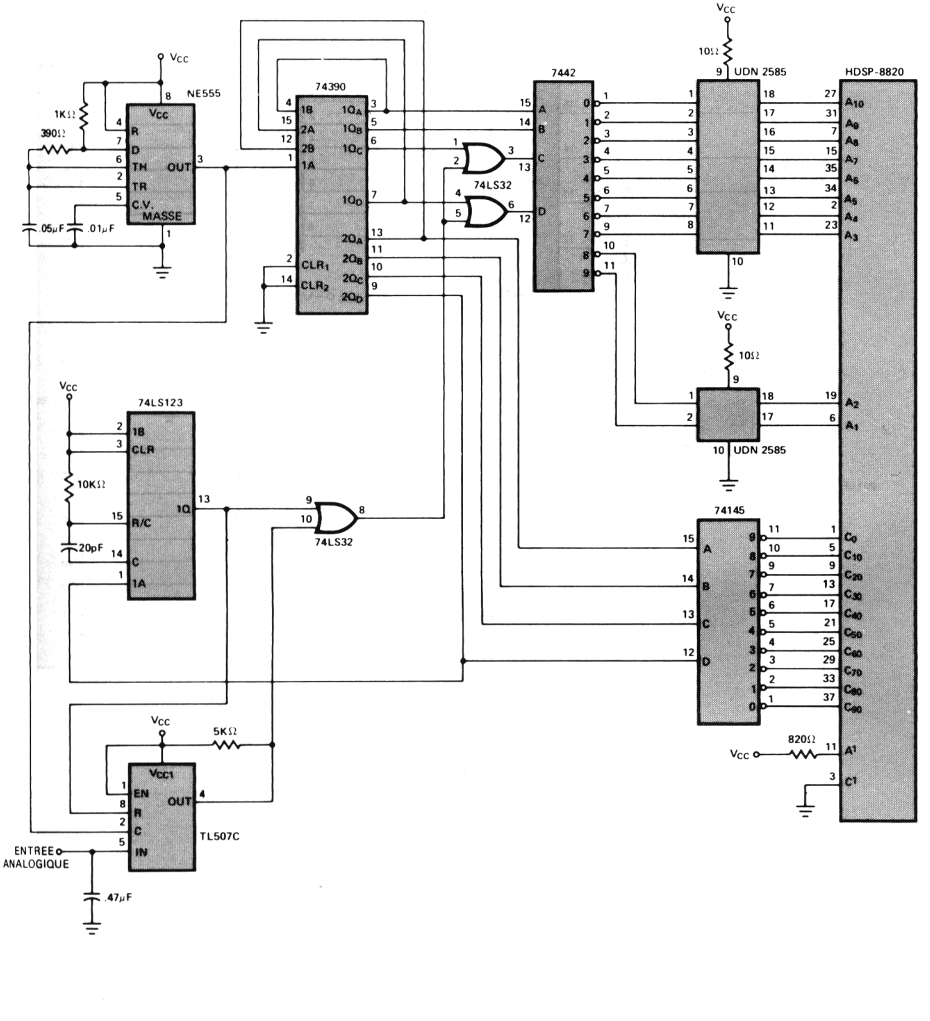


FIGURE 5 – Echelle analogique 101 éléments

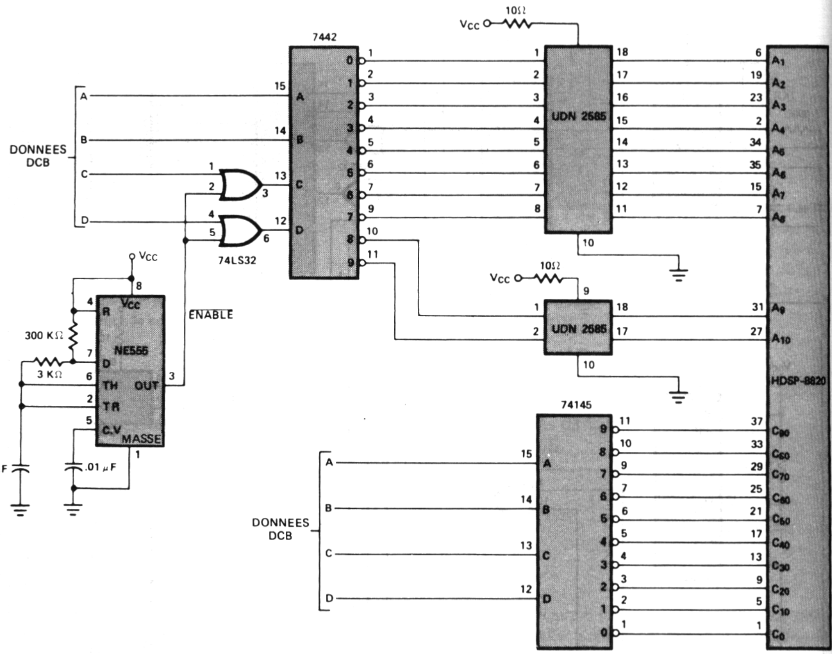
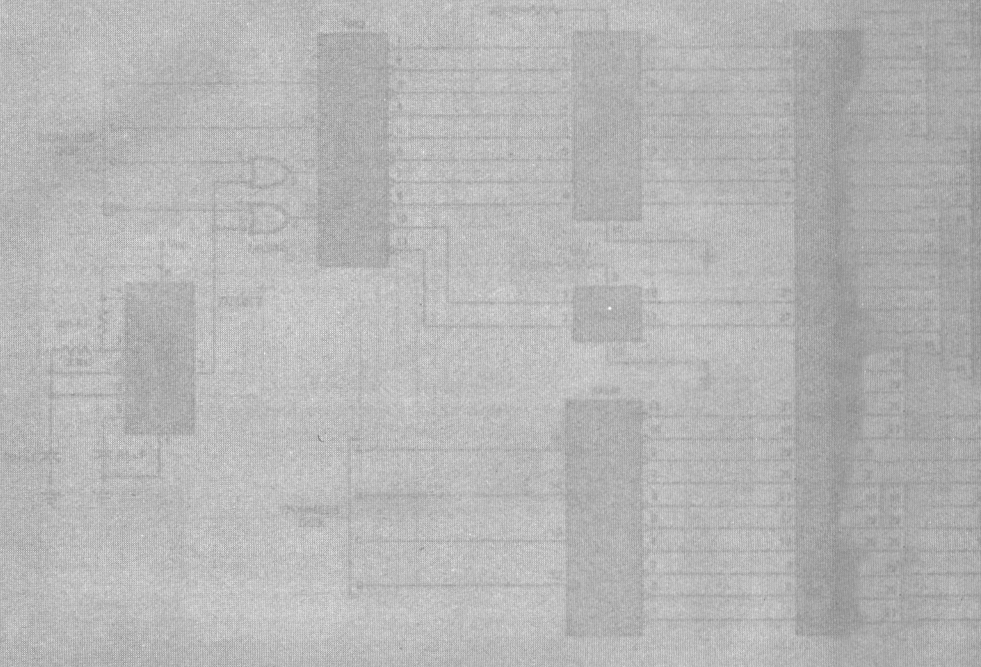
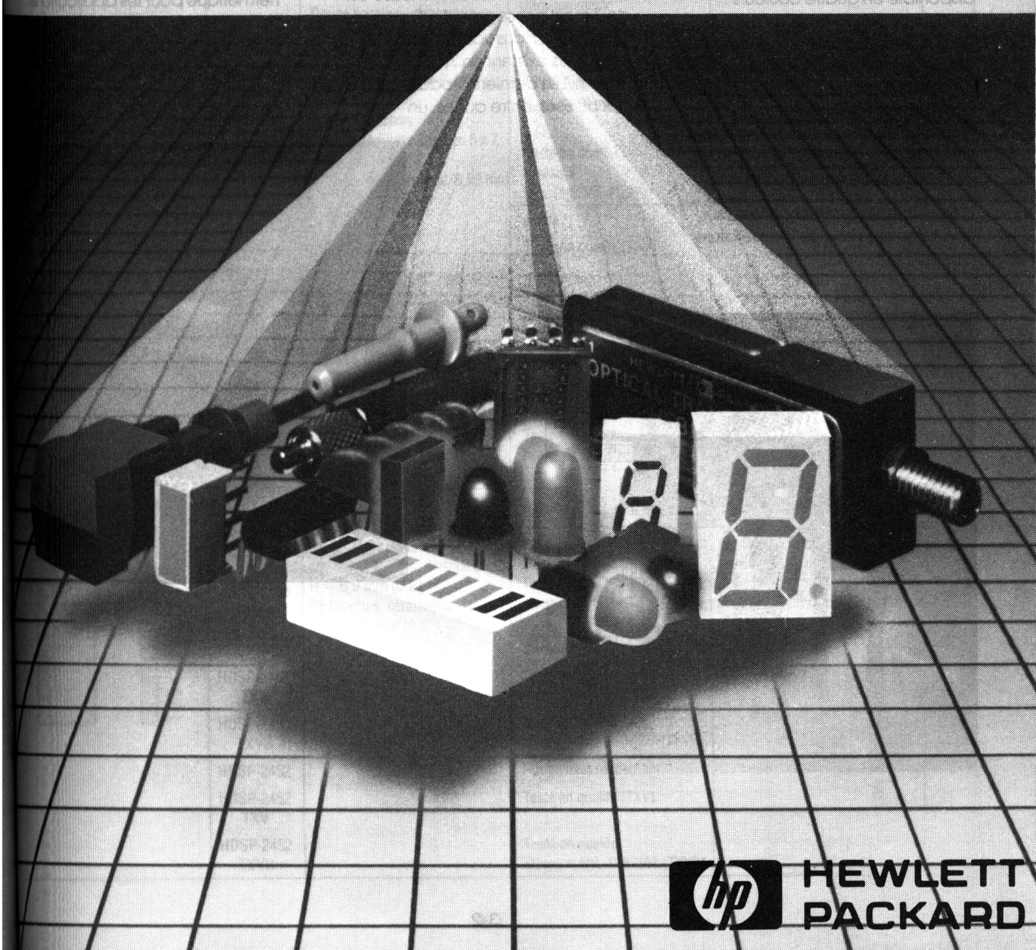


FIGURE 6 — Indicateur de position à 100 éléments



3. Afficheurs à semi-conducteurs

- Afficheurs alphanumériques
- Systèmes d'affichage alphanumériques
- Afficheurs sept segments rouges, rouges haut rendement, jaunes et verts
- Afficheurs numériques et hexadécimaux à matrices de points rouges standard
- Afficheurs numériques et hexadécimaux à matrices de points rouges haut rendement, jaunes et verts
- Afficheurs sept segments monolithiques rouges



HEWLETT PACKARD

Afficheurs à semi-conducteurs

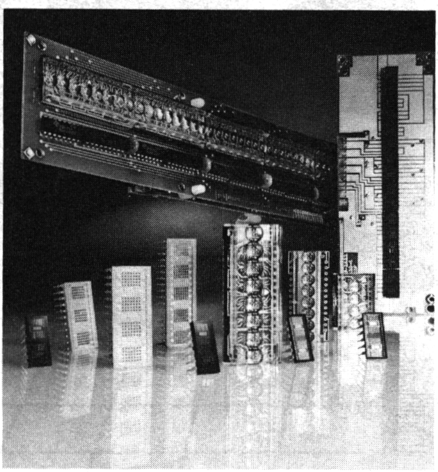
La gamme d'afficheurs à semi-conducteurs Hewlett-Packard répond à tous les besoins du concepteur. La sélection offerte est complète et va des afficheurs alphanumériques aux afficheurs numériques économiques, dans des dimensions variant de 3 mm (0,15 pouces) à 20 mm (0,8 pouces) ; ces afficheurs sont proposés en rouge, rouge haut rendement, jaune et vert hautes performances.

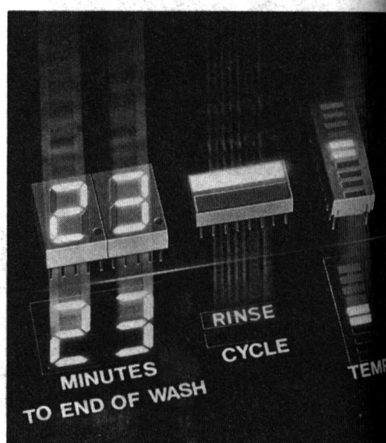
La gamme des afficheurs alphanumériques à matrice de points 5 × 7 Hewlett-Packard existe en trois tailles de caractères 3,8 mm (0,15 pouces), 5 mm (0,2 pouces) et 6,9 mm (0,27 pouces). Chacune de ces dimensions est désormais disponible en quatre couleurs : rouge standard, jaune, rouge haut rendement et vert. Le large éventail de couleurs et de dimensions permet d'adapter parfaitement ces produits à toutes sortes d'applications dans le domaine de l'aviation, du contrôle de processus industriels et de l'instrumentation.

Ces afficheurs fonctionnement sur une large gamme de température et sont indiqués pour les applications militaires. Les versions 5 mm (0,2 pouces) et 6,9 mm (0,27 pouces) sont en outre parfaitement hermétiques et leur gamme de température est plus étendue encore que celle du boîtier de 3,8 mm (0,15 pouces). Cette gamme fait réellement de Hewlett-Packard le spécialiste en matière d'afficheurs destinés à des applications militaires.

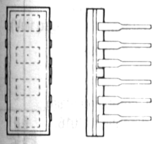
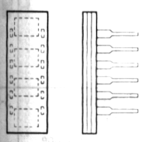
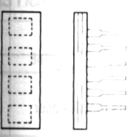
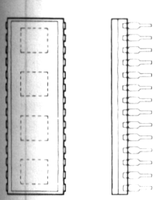
La ligne d'afficheurs numériques sept segments Hewlett-Packard est l'une des plus complètes qui soit. Avec des afficheurs variant du modèle rouge standard aux afficheurs prévus pour fonctionner dans un éclairement ambiant plus fort, et dont l'intensité lumineuse est de 7 mcd par segment, HP apporte la solution à tous vos besoins. Ces afficheurs existent en 7,62, 9, 14 et 20 mm. Les derniers produits conçus par HP sont, entre autres, un afficheur à deux chiffres de 14,2 m et une nouvelle gamme d'affiche miniaturisés lumineux de 7,6 mm. Ces afficheurs permettent de cou tout un ensemble de besoins, que ce soit sur les instruments de mesu les matériels équipant des points d vente ou l'instrumentation dans l'industrie automobile...

Les afficheurs numériques ou hexadécimaux intégrés (montés s circuits imprimés) résolvent les problèmes de décodage et de commande qui peuvent se présenter à l'utilisateur. Ils sont disponibles soit en boîtier plastiqu pour les usages généraux, soit en boîtier verre-céramique pour les usages industriels, soit en boîtier hermétique pour les applications nécessitant une très grande fiabili Cette famille d'afficheurs est destinée à couvrir aisément tout u ensemble d'environnements différents.

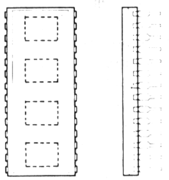
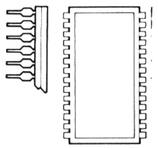
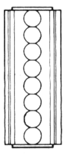
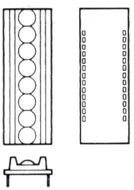




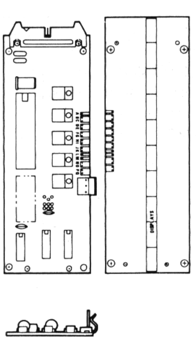
Afficheurs alphanumériques à DEL

Modèle		Description	Couleur	Applications	Page
	HDSP-2000	Quatre caractères alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 3,7 mm (0,15") 12 broches, céramique, DIP 7,62 mm (0,3"), lentille non teintée.	Rouge	• Terminaux d'ordinateur • Machines de gestion • Instrumentation médicale • Equipements de télécommunication, entrée et sortie de données, mobiles et portables. Pour toute information complémentaire, consulter la note d'applications 1016.	3-14
	HDSP-2001		Jaune		
	HDSP-2002		Rouge haut rendement		
	HDSP-2003		Vert hautes performances		
	HDSP-2010	Plage de température étendue à – 40 °C. Quatre caractères alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 3,7 mm (0,15")	Rouge, filtre de contraste rouge	• Application grande fiabilité avec gamme de température étendue • Aviation Pour toute information complémentaire, consulter la note d'applications 1016.	3-18
	HDSP-2010 TXV	Testé en qualité (TXVB)			
	HDSP-2010 TXVB	Testé en qualité (TXVB)			
	HDSP-2300	Quatre caractères alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 4,87 mm (0,19")	Rouge	• Equipements médicaux • Surveillance de processus industriels • Périphériques et terminaux d'ordinateurs	3-24
	HDSP-2301		Jaune ultra-lumineux		
	HDSP-2302	Douze broches, céramique,	Rouge haut rendement Ultra-lumineux		
	HDSP-2303	DIP 6,35 mm (0,25")/ faible puissance	Vert hautes performances Ultra-lumineux		
	HDSP-2310	Plage de température étendue, hermétique. Quatre caractères alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 5 mm (0,20") 12 broches, céramique, 6,35 mm DIP/faible puissance	Rouge standard	• Matériel militaire • Aviation • Matériels industriels nécessitant une grande fiabilité • Equipements au sol, équipements embarqués, cockpits.	3-30
	HDSP-2310 TXV		Testé en qualité (TXV)		
	HDSP-2310 TXVB		Testé en qualité niveau A MIL-D-87157 (TXVB)		
	HDSP-2311		Jaune		
	HDSP-2311 TXV		Testé en qualité (TXV)		
	HDSP-2311 TXVB		Testé en qualité niveau A MIL-D-87157 (TXVB)		
	HDSP-2312		Rouge haut rendement		
	HDSP-2312 TXV		Testé en qualité (TXV)		
	HDSP-2312 TXVB		Testé en qualité niveau A MIL-D-87157 (TXVB)		
	HDSP-2450	Plage de température étendue, hermétique à – 55 °C. Quatre caractères alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 6,9 mm (0,27") 28 broches, céramique, DIP 15,24 mm (0,6")	Rouge	• Matériel militaire • Aviation • Matériels industriels nécessitant une grande fiabilité • Equipements au sol, équipements embarqués, cockpits.	3-41
	HDSP-2450 TXV		Testé en qualité (TXV)		
	HDSP-2450 TXVB		Testé en qualité niveau A MIL-D-87157 (TXVB)		
	HDSP-2451		Jaune		
	HDSP-2451 TXV		Testé en qualité (TXV)		
	HDSP-2451 TXVB		Testé en qualité niveau A MIL-D-87157 (TXVB)		
	HDSP-2452		Rouge haut rendement		
	HDSP-2452 TXV		Testé en qualité (TXV)		
	HDSP-2452 TXVB		Testé en qualité niveau A MIL-D-87157 (TXVB)		

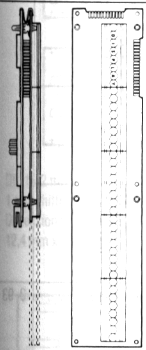
Afficheurs alphanumériques à DEL (suite)

Modèle		Description	Couleur	Applications	Page
	HDSP-2490 HDSP-2491 HDSP-2492 HDSP-2493	Quatre caractères alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 6,9 mm (0,27") 28 broches, céramique DIP 15,24 mm (0,6")	Rouge Jaune ultra-lumineux Rouge haut rendement ultra-lumineux Vert hautes performances ultra-lumineux	• Unités de secours mobiles pour ordinateurs • Systèmes fonctionnant sous fort éclairage ambiant • Surveillance de processus industriels Pour toute inform. complémentaire, consulter la note d'applicat. 1016.	3-37
	5082-7100	Trois caract. alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 6,9 mm (0,27") 22 broches, céramique DIP 15,2 mm (0,6")	Lentille non teintée, rouge	Usage général : • Machines de gestion • Calculateurs • Ecrans • Applications nécessitant une grande fiabilité	3-48
	5082-7101	Quatre caract. alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 6,9 mm (0,27") 28 broches, céramique DIP 15,2 mm (0,6")			
	5082-7102	Cinq caract. alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 6,9 mm (0,27") 36 broches, céramique DIP 15,2 mm (0,6")			
	HDSP-6504	Quatre caractères alphanumériques, 16 segments, H = 3,8 mm (0,15") 22 broches DIP 15,2 mm (0,6")	Rouge	• Terminaux d'ordinateurs • Instruments portables • Matériel de surveillance en usine • Matériel de diagnostic	3-52
	HDSP-6508	Huit caractères alphanumériques, 16 segments, H = 3,8 mm (0,15") 26 broches DIP 15,2 mm (0,6")			
	HDSP-6300	Huit caractères alphanumériques, 16 segments, 3,56 mm (0,14") 26 Broches DIP 15,2 mm (0,6")		• Terminaux et périphériques d'ordinateurs • Unités de secours mobiles pour ordinateurs • Tableaux de bord sur véhicules automobiles • Calculateurs de bureau • Appareils portables Pour toute inform. complémentaire, consulter la note d'applicat. 1003.	3-58

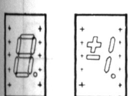
Systèmes d'affichage alphanumériques

Modèle		Description	Boîtier	Applications	Page
	HDSP-2416	Affichage 16 caractères sur une ligne, constitué d'afficheurs HDSP-2000.	162.56 mm (6.4") L x 58.42 mm (2.3") H x 7.11 mm (28") D	• Terminaux d'entrée de données • Instrumentation	3-63
	HDSP-2424	Affichage 24 caractères sur une ligne, constitué d'afficheurs HDSP-2000.			
	HDSP-2432	Affichage 32 caractères sur une ligne, constitué d'afficheurs HDSP-2000.			
	HDSP-2440	Affichage 40 caractères sur une ligne, constitué d'afficheurs HDSP-2000.	177.80 mm (7.0") L x 58.42 mm (2.3") H x 7.11 mm (.28") D		
	HDSP-2470	Interface pour HDSP-2000 avec décodeur 64 caractères ASCII intégré	171.22 mm (6.74") L x 58.42 mm (2.3") H x 16.51 mm (.65") D		
	HDSP-2471	Interface pour HDSP-2000 avec décodeur 128 caractères ASCII intégré			

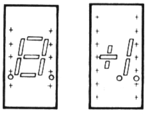
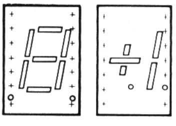
Systèmes d'affichage alphanumériques (suite)

Modèle		Description	Boîtier	Applications	Page
(Voir page précédente)	HDSP-2472	Interface pour HDSP-2000 sans décodeur ASCII, support de circuit intégré 24 broches pour PROM 1K x 8 programmée avec jeu de caractères propres à l'utilisateur			3-63
	HDSP-8716	Affichage 16 caractères alphanumériques sur une ligne, constitué d'afficheurs HDSP-6508	167.64 mm (6.6") L x 58.42 mm (2.3") H x 33 mm (1.3") D	• Terminaux d'entrée de données • Instrumentation	3-75
	HDSP-8724	Affichage 24 caractères alphanumériques sur une ligne, constitué d'afficheurs HDSP-6508			
	HDSP-8732	Affichage 32 caractères alphanumériques sur une ligne, constitué d'afficheurs HDSP-6508	218.44 mm (8.6") L x 58.42 mm (2.3") H x 33 mm (1.3") D		
	HDSP-8740	Affichage 40 caractères alphanumériques sur une ligne, constitué d'afficheurs HDSP-6508	269.24 mm (10.6") L x 58.42 mm (2.3") H x 33 mm (1.3") D		

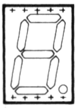
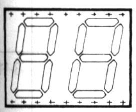
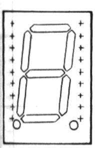
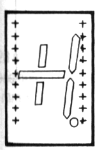
Afficheurs 7 segments rouges, rouges haut rendement, jaunes, verts hautes performances

Boîtier	Réf.	Description	Iv typique à 20 mA cc	Page
 Ultra-lumineux DIL 7,62 mm (0,3") Dimensions : 12,7 mm x 7,6 mm x 6,1 mm	HDSP-7301	Rouge, anode commune, point décimal à droite	1000 µcd/seg	3-87
	HDSP-7302	Rouge, anode commune, point décimal à droite, deux points		
	HDSP-7303	Rouge, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-7304	Rouge, cathode commune, point décimal à droite, deux points		
	HDSP-7307	Rouge, indicateur de dépassement ± 1, anode commune		
	HDSP-7308	Rouge, indicateur de dépassement ± 1, cathode commune		
	HDSP-7311	Rouge ultra-lumineux, anode commune, point décimal à droite	1350 µcd/seg	
	HDSP-7313	Rouge ultra-lumineux, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-7317	Rouge ultra-lum., indicateur de dépass. ± 1, anode commune		
	HDSP-7318	Rouge ultra-lum., indicateur de dépass. ± 1, cathode commune		
	HDSP-7401	Jaune, anode commune, point décimal à droite	2750 µcd/seg	
	HDSP-7402	Jaune, anode commune, point décimal à droite, deux points		
	HDSP-7403	Jaune, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-7404	Jaune, cathode commune, point décimal à droite, deux points		
	HDSP-7407	Jaune, indicateur de dépassement ± 1, anode commune		
	HDSP-7408	Jaune, indicateur de dépassement ± 1, cathode commune		
	HDSP-7501	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à droite	3600 µcd/seg	
	HDSP-7502	Rouge haut rendem., anode comm., pt décim. à dr., deux pts		
	HDSP-7503	Rouge haut rendem., cathode commune, point décimal à dr.		
	HDSP-7504	Rouge haut rendem., cath. comm., pt décim. à dr., deux pts		
	HDSP-7507	Rouge haut rendem., indicat. de dépas. ± 1, anode comm.		
	HDSP-7508	Rouge haut rendem., indicat. de dépas. ± 1, cathode comm.		
	HDSP-7801	Vert hautes perform., anode commune, point décimal à droite	3250 µcd/seg	
	HDSP-7802	Vert hautes perform., anode comm., pt décim.à dr., deux pts		
	HDSP-7803	Vert hautes perform., cathode comm., point décimal à droite		
	HDSP-7804	Vert hautes perform., cath. comm., pt décim. à dr., deux pts		
	HDSP-7807	Vert hautes perform., indicat. de dépass. ± 1, anode comm.		
	HDSP-7808	Vert hautes perform., indicat. de dépass. ± 1, cathode comm.		

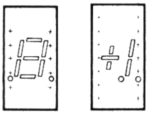
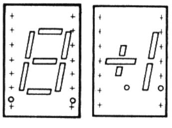
Afficheurs 7 segments rouges, rouges haut rendement, jaunes, verts hautes performances (suite)

Boîtier	Réf.	Description	Iv typique à 20 mA cc	Page
 DIL 7,62 mm (0,3") Dimensions : 12,05 mm x 10,08 mm x 4,57	5082-7730	Rouge, anode commune, point décimal à gauche	700 μcd/seg	3-93
	5082-7731	Rouge, anode commune, point décimal à droite		
	5082-7736	Rouge, anode comm., indicateur de polarité et de dépassem.		
	5082-7740	Rouge, cathode commune, point décimal à droite		
	5082-7610	Rouge haut rendem., anode comm., point décimal à gauche	3000 μcd/seg	3-97
	5082-7611	Rouge haut rendem., anode comm., point décimal à droite		
	5082-7613	Rouge haut rendem., cathode comm., point décimal à droite		
	5082-7616	Rouge haut rendem., indicat. de polarité et de dépassem., branchement universel point décimal à droite		
	5082-7620	Jaune, anode commune, point décimal à gauche	2300 μcd/seg	
	5082-7621	Jaune, anode commune, point décimal à droite		
	5082-7623	Jaune, cathode commune, point décimal à droite		
	5082-7626	Jaune, indic. de polar. et de dép., br. univ., point décim. à dr.		
	HDSP-3600	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à gauche	2750 μcd/seg	
	HDSP-3601	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à droite		
	HDSP-3603	Vert hautes perform., cathode comm., point décimal à droite		
	HDSP-3606	Vert hautes perform., indicat. de dépassem., branch. univers.		
 DIL 10,92 mm (0,43") Dimensions : 19,05 mm x 12,7 mm x 6,35 mm	5082-7750	Rouge, anode commune, point décimal à gauche	700 μcd/seg	3-93
	5082-7751	Rouge, anode commune, point décimal à droite		
	5082-7756	Rouge, ind. de pol. et de dépass., br. univers., pt décim. à dr.		
	5082-7760	Rouge, cathode commune, point décimal à droite		
	5082-7650	Rouge haut rendem., anode comm., point décimal à gauche	3000 μcd/seg	3-97
	5082-7651	Rouge haut rendem., anode comm., point décimal à droite		
	5082-7653	Rouge haut rendem., cathode comm., point décimal à droite		
	5082-7656	Rouge haut rendem., indicat. de dépassem. et de polarité, branch. univers. point décimal à droite		
	5082-7660	Jaune, anode commune, point décimal à gauche	2300 μcd/seg	
	5082-7661	Jaune, anode commune, point décimal à droite		
	5082-7663	Jaune, cathode commune, point décimal à droite		
	5082-7666	Jaune, indic. de dép. et de polar., br. univ., point décim. à dr.		
	HDSP-4600	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à gauche	3100 μcd/seg	
	HDSP-4601	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à droite		
	HDSP-4603	Vert hautes perform., cathode comm., point décimal à droite		
	HDSP-4606	Vert hautes perform., indicat. de dépassem., branch. univers.		

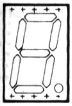
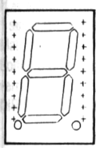
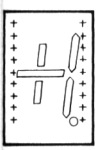
Afficheurs 7 segments rouges, rouges haut rendement, jaunes, verts hautes performances (suite)

Boîtier	Réf.	Description	Iv typique à 20 mAcc	Page
	HDSP-5301	Rouge, anode commune, point décimal à droite	1200 μcd/seg	3-104
	HDSP-5303	Rouge, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-5307	Rouge ± 1, anode commune		
	HDSP-5308	Rouge ± 1, cathode commune		
	HDSP-5321	Rouge, anode commune, deux chiffres, point décimal à droite		
	HDSP-5323	Rouge, cathode commune, deux chiffres, point décimal à droite		
	HDSP-5501	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à droite	5800 μcd/seg	
	HDSP-5503	Rouge haut rendement, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-5507	Rouge haut rendement ± 1, anode commune		
	HDSP-5508	Rouge haut rendement ± 1, cathode commune		
	HDSP-5521	Rouge haut rend., anode comm., deux chiffres, pt décim. à dr.		
	HDSP-5523	Rouge haut rend., cathode comm., deux chiffres, pt décim. à dr.		
DIL 14,2 mm (0,56") 1 seul chiffre Dimensions : 17 mm x 12,4 mm x 7,8 mm	HDSP-5601	Vert hautes performances, anode commune, point décimal à dr.	3450 μcd/seg	
	HDSP-5603	Vert hautes performances, cathode commune, point décimal à dr.		
	HDSP-5607	Vert hautes performances, anode commune, indicateur de dépassement		
	HDSP-5608	Vert hautes performances, cathode commune, indicateur de dépassement		
	HDSP-5621	Vert hautes perform., anode comm., 2 chiffres, pt décim. à dr.		
	HDSP-5623	Vert hautes perform., cathode comm., 2 chiffres, pt décim. à dr.		
	HDSP-5701	Jaune, anode commune, point décimal à droite	4200 μcd/seg	
	HDSP-5703	Jaune, cathode commune, point décimal à droite		
DIL 14,2 mm (0,56") Deux chiffres Dimensions : 17 mm x 25,4 mm x 7,8 mm	HDSP-5707	Jaune ± 1, anode commune		
	HDSP-5708	Jaune ± 1, cathode commune		
	HDSP-5721	Jaune, anode commune, deux chiffres, point décimal à droite		
	HDSP-5723	Jaune, cathode commune, deux chiffres, point décimal à droite		
	HDSP-3400	Rouge, anode commune, point décimal à gauche	1200 μcd/seg	3-112
	HDSP-3401	Rouge, anode commune, point décimal à droite		
	HDSP-3403	Rouge, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-3405	Rouge, cathode commune, point décimal à gauche		
	HDSP-3406	Rouge, indic. de polar. et de dépass., branch. univ., pt décim. à dr.		
	HDSP-3900	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à gauche	4800 μcd/seg	
	HDSP-3901	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à droite		
	HDSP-3903	Rouge haut rendement, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-3905	Rouge haut rendement, cathode commune, point décim. à gauche		
	HDSP-3906	Rouge haut rendement, indicateur de polarité et de dépassement, branchement universel, point décimal à droite		
	HDSP-4200	Jaune, anode commune, point décimal à gauche	3400 μcd/seg	
	HDSP-4201	Jaune, anode commune, point décimal à droite		
	HDSP-4203	Jaune, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-4205	Jaune, cathode commune, point décimal à gauche		
	HDSP-4206	Jaune, indic. de polar. et de dépass., branch. univ., pt décim. à dr.		
	HDSP-8600	Vert hautes perform., anode commune, point décim. à gauche	3600 μcd/seg	
DIL 20 mm (0,8") Dimensions : 27,6 mm x 20 mm x 8,4 mm	HDSP-8601	Vert hautes performances, anode commune, point décimal à dr.		
	HDSP-8603	Vert hautes performances, cathode commune, point décimal à dr.		
	HDSP-8605	Vert hautes performances, cathode commune, point décimal à g.		
	HDSP-8606	Vert htes perf., ind. de dépas., branchement universel		

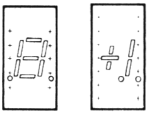
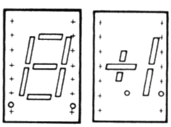
Afficheurs 7 segments rouges haut rendement, jaunes, verts hautes performances pour fort éclairage ambiant

Boîtier	Réf.	Description	Iv typique à 100 mA crête Rapport cyclique 1/5
 DIL 7,62 mm (0,3") Dimensions : 19,05 mm x 10,16 mm x 4,57 mm	HDSP-3530	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à gauche	4500 μcd/seg
	HDSP-3531	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à droite	
	HDSP-3533	Rouge haut rendement, cathode commune, point décimal à droite	
	HDSP-3536	Rouge haut rendement, indicateur de polarité et de dépassement, branchement universel, point décimal à droite	
	HDSP-4030	Jaune, anode commune, point décimal à gauche	4500μcd/seg
	HDSP-4031	Jaune, anode commune, point décimal à droite	
	HDSP-4033	Jaune, cathode commune, point décimal à droite	
	HDSP-4036	Jaune, indic. de polar. et de dépass., branch. univ., pt décim. à dr.	
	HDSP-3600	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à gauche	5000μcd/seg (90 mA crête rapport cyclique Y3)
	HDSP-3601	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à droite	
	HDSP-3603	Vert hautes perform., cathode comm., point décimal à droite	
	HDSP-3606	Vert htes perf., indic. de dépass., branch. univ. pt décim. à dr.	
 DIL 10,92 mm (0,43") Dimensions : 19,05 mm x 12,7 mm x 6,6 mm	HDSP-3730	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à gauche	5000μcd/seg
	HDSP-3731	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à droite	
	HDSP-3733	Rouge haut rendement, cathode commune, point décimal à droite	
	HDSP-3736	Rouge haut rendement, indicateur de polarité et de dépassement, branchement universel, point décimal à droite	
	HDSP-4130	Jaune, anode commune, point décimal à gauche	5000μcd/seg
	HDSP-4131	Jaune, anode commune, point décimal à droite	
	HDSP-4133	Jaune, cathode commune, point décimal à droite	
	HDSP-4136	Jaune, indic. de polar. et de dépass., branch. univ., pt décim. à dr.	
	HDSP-4600	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à gauche	5000μcd/seg (90 mA crête Rapport cyclique 1/3)
	HDSP-4601	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à droite	
	HDSP-4603	Vert hautes perform., cathode comm., point décimal à droite	
	HDSP-4606	Vert htes perf., indic. de dépas., branchement universel	

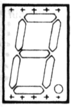
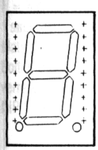
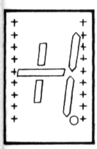
Afficheurs 7 segments rouges haut rendement, jaunes, verts hautes performances pour fort éclairage ambiant (suite)

Boîtier	Réf.	Description	Iv typique à 100 mA crête Rapport cyclique 1/5	Page
 	HDSP-5531	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à droite	7000μcd/seg	3-119
	HDSP-5533	Rouge haut rendement, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-5537	Rouge haut rendement ± 1, anode commune		
	HDSP-5538	Rouge haut rendement ± 1, cathode commune,		
	HDSP-5731	Jaune, anode commune, point décimal à droite	7000μcd/seg	
	HDSP-5733	Jaune, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-5737	Jaune, ± 1 anode commune,		
	HDSP-5738	Jaune ± 1, cathode commune		
DIL 14,2 mm (0,56") Dimensions : 17 mm x 12,4 mm x 7,8 mm	HDSP-5601	Vert hautes performances, anode commune, point décimal à dr.	5800 μcd/seg (90 mA crête Rapport cyclique 1/3)	3-104
	HDSP-5603	Vert hautes performances, cathode commune, point décimal à dr.		
	HDSP-5607	Vert hautes performances, anode commune, indicateur de dépassement		
	HDSP-5608	Vert hautes performances, cathode commune, indicateur de dépassement		
 	HDSP-3900	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à gauche	7000μcd/seg	3-119
	HDSP-3901	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à droite		
	HDSP-3903	Rouge haut rendement, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-3905	Rouge haut rendement, cathode commune, point décimal à gauche		
	HDSP-3906	Rouge ht rend., ind. de pol. et de dép., branch. univ., pt déc. à dr.		
	HDSP-4200	Jaune, anode commune, point décimal à gauche	7000μcd/seg	
	HDSP-4201	Jaune, anode commune, point décimal à droite		
	HDSP-4203	Jaune, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-4205	Jaune, cathode commune, point décimal à gauche		
	HDSP-4206	Jaune, indic. de dépass., branch. univ., pt décim. à dr.		
	HDSP-8600	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à gauche	5800μcd/seg (90 mA crête Rapport cyclique 1/3)	3-112
DIL 20 mm (0,8") Dimensions : 17,6 mm x 19,8 mm x 8,3 mm	HDSP-8601	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à droite		
	HDSP-8603	Vert hautes perform., cathode comm., point décimal à droite		
	HDSP-8605	Vert hautes perform., cathode comm., point décimal à gauche		
	HDSP-8606	Vert hautes performances, indicateur de dépassement, branchement universel point décimal à droite		

Afficheurs 7 segments rouges haut rendement, jaunes, verts hautes performances pour fort éclairage ambiant

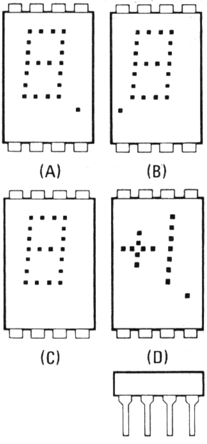
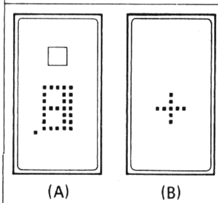
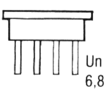
Boîtier	Réf.	Description	Iv typique à 100 mA crête Rapport cyclique 1/5	Page
	HDSP-3530	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à gauche	4500 μcd/seg	3-119
	HDSP-3531	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à droite		
	HDSP-3533	Rouge haut rendement, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-3536	Rouge haut rendement, indicateur de polarité et de dépassement, branchement universel, point décimal à droite		
	HDSP-4030	Jaune, anode commune, point décimal à gauche	4500μcd/seg	
DIL 7,62 mm (0,3") Dimensions : 19,05 mm x 10,16 mm x 4,57 mm	HDSP-4031	Jaune, anode commune, point décimal à droite		
	HDSP-4033	Jaune, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-4036	Jaune, indic. de polar. et de dépass., branch. univ., pt décim. à dr.		
	HDSP-3600	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à gauche	5000μcd/seg (90 mA crête rapport cyclique Y3)	3-97
	HDSP-3601	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à droite		
	HDSP-3603	Vert hautes perform., cathode comm., point décimal à droite		
	HDSP-3606	Vert htes perf., indic. de dépass., branch. univ. pt décim. à dr.		
	HDSP-3730	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à gauche	5000μcd/seg	3-119
	HDSP-3731	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à droite		
	HDSP-3733	Rouge haut rendement, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-3736	Rouge haut rendement, indicateur de polarité et de dépassement, branchement universel, point décimal à droite		
	HDSP-4130	Jaune, anode commune, point décimal à gauche	5000μcd/seg	
DIL 10,92 mm (0,43") Dimensions : 19,05 mm x 12,7 mm x 6,6 mm	HDSP-4131	Jaune, anode commune, point décimal à droite		
	HDSP-4133	Jaune, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-4136	Jaune, indic. de polar. et de dépass., branch. univ., pt décim. à dr.		
	HDSP-4600	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à gauche	5000μcd/seg (90 mA crête Rapport cyclique 1/3)	3-97
	HDSP-4601	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à droite		
	HDSP-4603	Vert hautes perform., cathode comm., point décimal à droite		
	HDSP-4606	Vert htes perf., indic. de dépas., branchement universel		

Afficheurs 7 segments rouges haut rendement, jaunes, verts hautes performances pour fort éclairage ambiant (suite)

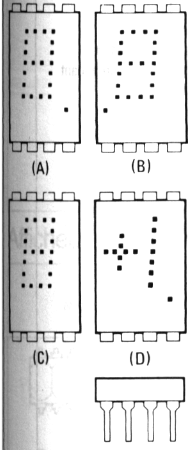
Boîtier	Réf.	Description	Iv typique à 100 mA crête Rapport cyclique 1/5	Page
	HDSP-5531	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à droite	7000μcd/seg	3-119
	HDSP-5533	Rouge haut rendement, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-5537	Rouge haut rendement ± 1, anode commune		
	HDSP-5538	Rouge haut rendement ± 1, cathode commune,		
	HDSP-5731	Jaune, anode commune, point décimal à droite	7000μcd/seg	
	HDSP-5733	Jaune, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-5737	Jaune, ± 1 anode commune,		
	HDSP-5738	Jaune ± 1, cathode commune		
DIL 14,2 mm (0,56") Dimensions : 17 mm x 12,4 mm x 7,8 mm	HDSP-5601	Vert hautes performances, anode commune, point décimal à dr.	5800 μcd/seg (90 mA crête Rapport cyclique 1/3)	3-104
	HDSP-5603	Vert hautes performances, cathode commune, point décimal à dr.		
	HDSP-5607	Vert hautes performances, anode commune, indicateur de dépassement		
	HDSP-5608	Vert hautes performances, cathode commune, indicateur de dépassement		
	HDSP-3900	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à gauche	7000μcd/seg	3-119
	HDSP-3901	Rouge haut rendement, anode commune, point décimal à droite		
	HDSP-3903	Rouge haut rendement, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-3905	Rouge haut rendement, cathode commune, point décimal à gauche		
	HDSP-3906	Rouge ht rend., ind. de pol. et de dép., branch. univ., pt déc. à dr.		
	HDSP-4200	Jaune, anode commune, point décimal à gauche	7000μcd/seg	
	HDSP-4201	Jaune, anode commune, point décimal à droite		
	HDSP-4203	Jaune, cathode commune, point décimal à droite		
	HDSP-4205	Jaune, cathode commune, point décimal à gauche		
	HDSP-4206	Jaune, indic. de dépass., branch. univ., pt décim. à dr.		
	HDSP-8600	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à gauche	5800μcd/seg (90 mA crête Rapport cyclique 1/3)	3-112
DIL 20 mm (0,8") Dimensions : 17,6 mm x 19,8 mm x 8,3 mm	HDSP-8601	Vert hautes perform., anode comm., point décimal à droite		
	HDSP-8603	Vert hautes perform., cathode comm., point décimal à droite		
	HDSP-8605	Vert hautes perform., cathode comm., point décimal à gauche		
	HDSP-8606	Vert hautes performances, indicateur de dépassement, branchement universel point décimal à droite		

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

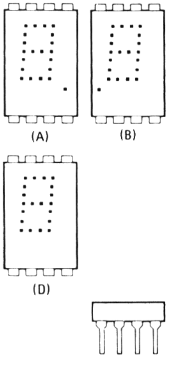
Afficheurs numériques et hexadécimaux rouges standard à matrices de points

Modèle		Description	Boîtier	Applications	Page
	5082-7300 (A)	Point décimal à droite, numérique Décod./circ. de comm./mém. intégrés	8 broches, époxy DIP 15,2 mm (0,6")	Usage général • Equipements de mesure • Machines de gestion • Périphériques d'ordinateur • Aviation	3-12
	5082-7302 (B)	Point décimal à gauche, numérique Décod./circ. de comm./mém. intégrés			
	5082-7340 (C)	Hexadécimal, Décodeur/circuit de commande/mémoire intégrés			
	5082-7304 (D)	Indicateur de polarité plus, moins			
	5082-7356 (A)	Point décimal à droite, numérique Décod./circ. de comm./mém. intégrés	8 broches, verre céramique DIP 15,2 mm (0,6")	• Instrumentation médicale • Equipements industriels de commande de machines • Ordinateurs • Tout équipement nécessitant des circuits intégrés verre/céramique • Applications demandant une grande fiabilité	3-13
	5082-7357 (B)	Point décimal à gauche, numérique Décod./circ. de comm./mém. intégrés			
	5082-7359 (C)	Hexadécimal, Décodeur/circuit de commande/mémoire intégrés			
	5082-7358 (D)	Indicateur de polarité plus, moins			
Un seul chiffre 7,4 mm (0,29") Matrice 4 x 7	4N51 (5082-7391) 4N51TXV 4N51TXVB (A)	Point décimal à droite, numérique Décod./circ. de comm./mém. intégrés TXV – sélectionné en fiabilité TXVB – sélectionné en fiabilité plus essais groupe B	8 broches dorées, hermétiques, DIP 15,2 mm (0,6")	• Equipements embarqués (terre, air, mer) • Sécurité incendie • Systèmes en aérospatiale • Equipement demandant une grande fiabilité	3-136
	4N52 (5082-7392) 4N52TXV 4N52TXVB (B)	Point décimal à gauche, numérique Décod./circ. de comm./mém. intégrés TXV – sélectionné en fiabilité TXVB – sélectionné en fiabilité plus essais groupe B			
	4N54 (5082-7395) 4N54TXV 4N54TXVB (C)	Hexadécimal Décod./circ. de comm./mém. intégrés TXV – sélectionné en fiabilité TXVB – sélectionné en fiabilité plus essais groupe B			
	4N53 (5082-7393) 4N53TXV 4N53TXVB (D)	Indicateur de polarité plus, moins Décod./circ. de comm./mém. intégrés TXV – sélectionné en fiabilité TXVB – sélectionné en fiabilité plus essais groupe B			
Un seul chiffre 6,8 mm (0,27") matrice 5 x 7	5082-7010 (A)	Point décimal à droite, numérique Décod./circ. de comm./mém. intégrés	8 broches métal entraxes broches 2,54 mm (0,100")	• Equipements embarqués (terre, air, mer) • Sécurité incendie • Systèmes en aérospatiale	3-158
	5082-7011 (B)	Indicateur de polarité plus, moins			

Afficheurs numériques et hexadécimaux rouges haut rendement, jaunes et verts à matrices de points

Modèle		Description	Couleur	Applications	Page
	HDSP-0760 (A)	Point décimal à droite, numérique Décod./circ. de comm./mém. intégrés	Rouge haut rendement, Faible consommation	• Matériel militaire • Equipements à terre • Aviation • Grande fiabilité	3-144
	HDSP-0761 (B)	Point décimal à gauche, numérique Décod./circ. de comm./mém. intégrés			
	HDSP-0762 (C)	Hexadécimal, Décodeur/circuit de commande/mémoire intégrés			
	HDSP-0763 (D)	Dépassement ± 1			
	HDSP-0770 (A)	Point décimal à droite, numérique Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés	Rouge haut rendement ultra-lumineux	• Systèmes fonctionnant sous fort éclairage ambiant • Tableaux de bord, aviation, marine • Grande fiabilité	
	HDSP-0771 (B)	Point décimal à gauche, numérique Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés			
	HDSP-0772 (C)	Hexadécimal Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés			
	HDSP-0763 (D)	Dépassement ± 1			
H = 7,4 mm (0,29") 1 seul chiffre Matrice 4 x 7 Boîtier 8 broches, verre/céramique DIP 15,2 mm (0,6")	HDSP-0860 (A)	Point décimal à droite, numérique Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés	Jaune	• Machines de gestion • Sécurité incendie • Matériel militaire • Grande fiabilité	
	HDSP-0861 (B)	Point décimal à gauche, numérique Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés			
	HDSP-0862 (C)	Hexadécimal Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés			
	HDSP-0863 (D)	Dépassement ± 1			
	HDSP-0960 (A)	Point décimal à droite, numérique Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés	Vert hautes performances	• Machines de gestion • Sécurité incendie • Matériel militaire • Grande fiabilité	
	HDSP-0961 (B)	Point décimal à gauche, numérique Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés			
	HDSP-0962 (C)	Hexadécimal Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés			
	HDSP-0963 (D)	Dépassement ± 1			

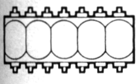
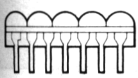
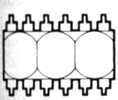
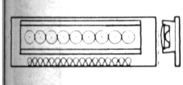
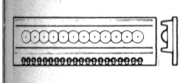
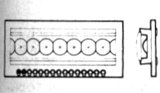
Afficheurs numériques et hexadécimaux rouges haut rendement, jaunes et verts à matrice de points (suite)

Modèle		Description	Couleur	Applications
 H = 7,4 mm (0,29 ") 1 seul chiffre Matrice 4 x 7	HDSP-0781 HDSP-0781 TXV HDSP-0781 TXVB	Point décimal à droite, numérique Décod./circ. de comm./mém. intégrés	Rouge haut rendement, Faible consommation	• Equipement embarqués (terre, air, mer) • Sécurité incendie • Systèmes en aérospatiale • Autres applications demandant une grande fiabilité
	HDSP-0782 HDSP-0782 TXV HDSP-0782 TXVB	Point décimal à gauche, numérique Décod./circ. de comm./mém. intégrés Hexadécimal, Décodeur/circuit de commande/mémoire intégrés		
	HDSP-0783 HDSP-0783 TXV HDSP-0783 TXVB	Dépassement de capacité ± 1		
	HDSP-0784 HDSP-0784 TXV HDSP-0784 TXVB	Hexadécimal, Décodeur/circuit de commande/mémoire intégrés		
	HDSP-0791 HDSP-0791 TXV HDSP-0791 TXVB	Point décimal à droite, numérique Décod./circ. de comm./mém. intégrés	Rouge haut rendement, ultra-lumineux	• Equipement embarqués (terre, air, mer) • Sécurité incendie • Systèmes en aérospatiale • Autres applications demandant une grande fiabilité
	HDSP-0792 HDSP-0792 TXV HDSP-0792 TXVB	Point décimal à gauche, numérique Décod./circ. de comm./mém. intégrés Hexadécimal, Décodeur/circuit de commande/mémoire intégrés		
	HDSP-0783 HDSP-0783 TXV HDSP-0783 TXVB	Dépassement de capacité ± 1		
	HDSP-0794 HDSP-0794 TXV HDSP-0794 TXVB	Hexadécimal, Décodeur/circuit de commande/mémoire intégrés		
	HDSP-0881 HDSP-0881 TXV HDSP-0881 TXVB	Point décimal à droite, numérique Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés	Jaune	• Equipement embarqués (terre, air, mer) • Sécurité incendie • Systèmes en aérospatiale • Autres applications demandant une grande fiabilité
	HDSP-0882 HDSP-0882 TXV HDSP-0782 TXVB	Point décimal à gauche, numérique Décod./circ. de comm./mém. intégrés		

Afficheurs numériques et hexadécimaux rouges haut rendement, jaunes et verts à matrices de points (suite)

Modèle		Description	Couleur	Applications	Page
	HDSP-0883 HDSP-0883 TXV HDSP-0883 TXVB	Dépassement de capacité ± 1			3-150
	HDSP-0884 HDSP-0884 TXV HDSP-0884 TXVB	Hexadécimal Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés			

Afficheurs sept segments monolithiques à DEL rouges

Modèle		Description	Boîtier	Applications	Page
	5082-7404	Rouge, 4 chiffres, point décimal centré, H = 2,79 mm (0,11")	12 broches époxy, DIP 7,62 mm (0,3")	Marché des petits afficheurs : • Appareils portables alimentés sur batteries • Calculateurs de poche • Compteurs numériques • Thermomètres numériques • Micromètres numériques • Chronomètres • Appareils photographiques • Copieurs • Périphériques de téléphone numérique • Terminaux d'entrée de données • Taximètres Pour toute information complémentaire, consulter la note d'applications 937.	3-164
	5082-7405	Rouge, 5 chiffres, point décimal centré, H = 2,79 mm (0,11")	14 broches époxy, DIP 7,62 mm (0,3")		
	5082-7414	Rouge, 4 chiffres, point décimal à droite, H = 2,79 mm (0,11")	12 broches époxy, DIP 7,62 mm (0,3")		
	5082-7415	Rouge, 5 chiffres, point décimal à droite, H = 2,79 mm (0,11")	14 broches époxy, DIP 7,62 mm (0,3")		
	5082-7432	Rouge, 2 chiffres, point décimal à droite, H = 2,79 mm (0,11")	12 broches époxy, DIP 7,62 mm (0,3")		
	5082-7433	Rouge, 3 chiffres, point décimal à droite, H = 2,79 mm (0,11")			
	5082-7441	Rouge, 9 chiffres, sur circuit imprimé, H = 2,67 mm (0,105")	Carte long. 50,8 mm (2") Sortie connecteur encartable 17 cont.		
	5082-7446	Rouge, 16 chiffres, sur circuit imprimé, H = 2,92 mm (0,115")	Carte long. 69,85 mm (2,75") Sortie connect. encart. 24 cont.		
	5082-7285	Rouge 5 chiffres, sur circuit imprimé, point décimal à droite, H = 4,45 mm (0,175")	Carte long. 50,8 mm (2") Sortie connecteur encartable 15 cont.		
	5082-7295	Rouge 15 chiffres, sur circuit imprimé, point décimal à droite, H = 4,45 mm (0,115")	Carte long. 91,2 mm (3,59") Sortie connect. encart. 23 cont.		

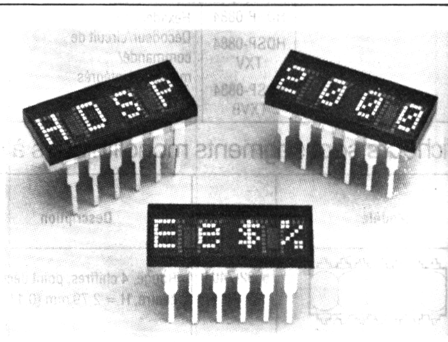
AFFICHEURS ALPHANUMÉRIQUES 5x7 A 4 CARACTÈRES DE 3,8 mm

ROUGE STANDARD • HDSP-2000
JAUNE • HDSP-2001
ROUGE HAUT RENDEMENT • HDSP-2002
VERT HAUTES PERFORMANCES • HDSP-2003

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- QUATRE COULEURS AU CHOIX
  Rouge standard
  Jaune
  Rouge haut rendement
  Vert hautes performances
- REGISTRES A DECALAGE INTEGRES AVEC ETAGES PILOTES REGULES EN COURANT
- BOITIER CERAMIQUE COMPACT
- GRAND ANGLE DE LECTURE
- BOITIERS A 4 CARACTERES ALIGNABLES
- COMPATIBLES TTL
- AFFICHAGE PAR MATRICE DE DEL 5x7, CODE ASCII COMPLET
- CLASSEMENT PAR CATEGORIE LUMINEUSE
- AFFICHEURS HDSP-2001/-2003 REPERTORIES PAR COULEUR



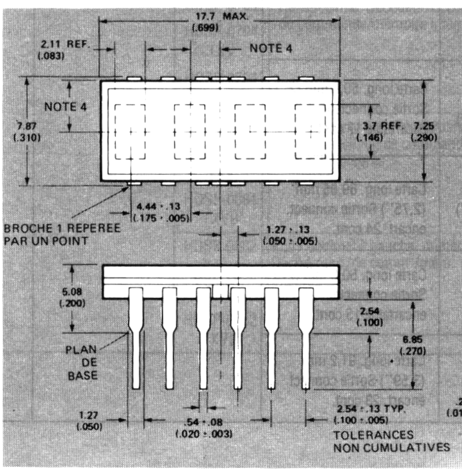
Applications

- Dispositifs de saisie de données portables
- Caisses enregistreuses
- Commutateurs à légende programmables
- Instruments médicaux

Description

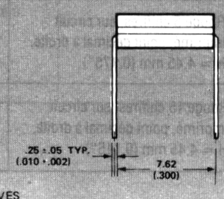
Les afficheurs HDSP-2000, -2001, -2002, -2003 sont constitués de quatre réseaux de DEL 5x7, de 3,8 mm de hauteur. Ils permettent de visualiser des informations alphanumériques. Ils sont disponibles en rouge standard, jaune, rouge haut rendement et vert hautes performances. Ils se présentent sous la forme d'un boîtier de 4 caractères avec 12 sorties DUAL-IN-LINE. Un registre à décalage à 7 bits SIPO (entrée série-sortie parallèle) associé à chaque caractère commande les étages pilotes à courant constant des lignes de DEL. L'affichage d'un caractère complet est réalisé par multiplexage extérieur de chaque colonne.

Dimensions



Broche	Fonction	Broche	Fonction
1	Colonne 1	7	Sortie données
2	Colonne 2	8	V_B
3	Colonne 3	9	V_{CC}
4	Colonne 4	10	Horloge
5	Colonne 5	11	Masse
6	Connexion int.*	12	Entrée données

* Ne pas utiliser ou connecter



NOTES :
1. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)
2. SAUF SPECIFICATIONS CONTRAIRES, TOUTES LES DIMENSIONS SONT DONNEES A ± 0,38 mm
3. BORNES DE SORTIE EN ALLIAGE DE CUIVRE DORE
4. LES CARACTERES SONT CENTRES A ± 0,13 mm

Valeurs limites absolues HDSP-2000, -2001, -2002, -2003

Tension d'alimentation continue, V_{CC}, par rapport à la masse . . . . – 0,5 V à + 6 V
Entrées, sortie des données, V_B . . . . – 0,5 V à V_{CC}
Tension d'entrée colonnes, V_{COL} . . . . – 0,5 V à + 6 V
Température de fonctionnement à l'air libre, T_A (1, 2) . . . . – 20°C à + 85°C
Température de stockage, T_S . . . . – 55°C à + 100°C
Dissipation maximale admissible par boîtier à T_A = 25°C (1, 2, 3) . . . . 1,24 W
Température maximale de soudage à 1,59 mm du plan de base avec t < 5 s . . . . 260°C

Conditions de fonctionnement recommandées

HDSP-2000, -2001, -2002, -2003

Paramètre	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité	Fig.
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,75	5	5,25	V	
Courant de sortie données - état bas	I_{OL}			1,6	mA	
Courant de sortie données - état haut	I_{OH}			– 0,5	mA	
Tension d'entrée colonne - colonne excitée (HDSP-2000)	V_{COL}	2,4		3,5	V	4
Tension d'entrée colonne - colonne excitée (HDSP-2001, -2002, -2003)	V_{COL}	2,75		3,5	V	4
Temps de pré-établissement	t_{setup}	70	45		ns	1
Temps de maintien	t_{hold}	30	0		ns	1
Horloge - largeur des impulsions	$t_{w(clock)}$	75			ns	1
Horloge - fréquence	f_{clock}	0		3	MHz	1
Horloge - temps de transition à la décroissance	t_{THL}			200	ns	1
Température de fonctionnement à l'air libre (1, 2)	T_A	– 20		85	°C	2

Caractéristiques électriques pour T_A comprise entre -20 et +70°C (sauf spécifications contraires)

Description		Symbole	Conditions de mesure		Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Courant d'alimentation		I_{CC}	V_{CC} = 5,25 V V_{CLOCK} = V_{DATA} = 2,4 V Tous registres de décalage = logique 1	V_B = 0,4 V		45	60	mA	
				V_B = 2,4 V		73	95	mA	
Courant de colonne		I_{COL}	V_{CC} = 5,25 V, V_{COL} = 3,5 V Tous registres de décalage = logique 1	V_B = 0,4 V			500	µA	4
				V_B = 2,4 V		335	410	mA	
Seuil niveau haut V_B, horloge ou données		V_{IH}	V_{CC} = V_{COL} = 4,75 V		2			V	
Seuil niveau bas V_B, horloge ou données		V_{IL}					0,8	V	
Courant d'entrée niveau logique 1	V_B, horloge	I_{IH}	V_{CC} = 5,25 V, V_{IH} = 2,4 V			20	80	µA	
	Données	I_{IH}				10	40	µA	
Courant d'entrée niveau logique 0	V_B, horloge	I_{IL}	V_{CC} = 5,25 V, V_{IL} = 0,4 V			–500	–800	µA	
	Données	I_{IL}				–250	–400	µA	
Tension sortie de données		V_{OH}	V_{CC} = 4,75 V, I_{OH} = –0,5 mA, I_{COL} = 0 mA		2,4	3,4		V	
Tension sortie de données		V_{OL}	V_{CC} = 4,75 V, I_{OL} = 1,6 mA, I_{COL} = 0 mA			0,2	0,4	V	
Dissipation par boîtier**		P_D	V_{CC} = 5 V, V_{COL} = 3,5 V, FC = 17,5% 15 DEL éclairées par caractère, V_B = 2,4 V			0,72		W	2
Résistance thermique jonction-boîtier		$R\theta_{J-C}$				25		°C/W/dispositif	2

* Toutes les valeurs typiques sont spécifiées pour V_{CC} = 5 V et T_A = 25°C, sauf spécifications contraires.
** Dissipation par boîtier avec 4 caractères allumés.

Notes :

1. Le fonctionnement est possible au-dessus d'une température ambiante de 85°C à condition que la température de jonction, T_J, ne dépasse pas 125°C et celle du boîtier (mesurée sur la broche 1 ou sous le boîtier), T_C, 100°C
2. Au-dessus de 50°C, la puissance dissipée doit être réduite de 16,7 mW/°C. Cette réduction correspond à un dispositif monté sur un support dont la résistance thermique boîtier-ambiante est de 35°C/W par dispositif. Voir la figure 2, pour des résistances thermiques plus faibles
3. La dissipation maximale admissible est calculée en fonction de V_{CC} = 5,25 V, V_B = 2,4 V et V_{COL} = 3,5 V pour 20 DEL allumées par caractère, 20% RC.

Caractéristiques optiques

HDSP-2000 ROUGE STANDARD

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse crête par DEL (4, 8) (moyenne par caractère)	$I_{\nu PEAK}$	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_i = 25°C$ (6), $V_B = 2{,}4$	105	200		µcd	3
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			655		nm	
Longueur d'onde dominante (7)	λ_d			639		nm	

HDSP-2001 JAUNE

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse crête par DEL (4, 8) (moyenne par caractère)	$I_{\nu PEAK}$	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_i = 25°C$ (6), $V_B = 2{,}4$ V	400	750		µcd	3
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			583		nm	
Longueur d'onde dominante (5, 7)	λ_d			585		nm	

HDSP-2002 ROUGE HAUT RENDEMENT

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse crête par DEL (4, 8) (moyenne par caractère)	$I_{\nu PEAK}$	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_i = 25°C$ (6), $V_B = 2{,}4$ V	400	1430		µcd	3
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			635		nm	
Longueur d'onde dominante (7)	λ_d			626		nm	

HDSP-2003 VERT HAUTES PERFORMANCES

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse crête par DEL (4, 8) (moyenne par caractère)	$I_{\nu PEAK}$	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_i = 25°C$ (6), $V_B = 2{,}4$ V	850	1550		µcd	3
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			568		nm	
Longueur d'onde dominante (5, 7)	λ_d			574		nm	

* Toutes les valeurs typiques sont spécifiées pour $V_{CC} = 5$ V et $T_A = 25°C$, sauf spécifications contraires.

Notes :

4. Les boîtiers sont classés par catégorie lumineuse; celle-ci est précisée sur le fond du boîtier par une lettre code.
5. Les HDSP-2001 et -2003 sont classés par couleur; celle-ci étant indiquée par un chiffre code.
6. T_i, température initiale du boîtier avant la mesure de lumière.
7. La longueur d'onde dominante, λ_d, est directement issue du diagramme chromatique du CIE et représente la longueur d'onde qui définit de façon précise la couleur.
8. La stérance lumineuse des DEL doit être calculée en utilisant la formule suivante :
   L_V (cd/m²) = I_V (cd)/A (m²)
   L_V (fL) = πI_V (cd)/A (pied²) avec A = $5{,}3 \times 10^{-8}$ m² = $5{,}8 \times 10^{-7}$ pieds²

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Les afficheurs à 4 caractères HDSP-200X ont été conçus pour être intégrés avec le maximum de souplesse aux équipements électroniques. Chaque afficheur à 4 caractères comporte une entrée et une sortie de données disposées de façon à faciliter l'interconnexion sur une carte de circuits imprimés. La sortie des données correspond à la sortie du 7ème bit du registre à décalage du 4ème caractère de l'afficheur. La synchronisation du registre à décalage se fait sur le front descendant du signal d'horloge. Les colonnes de même ordre de chacun des caractères sont reliées à une même broche de sortie. La figure 5 donne le schéma de principe du HDSP-200X. Une donnée niveau haut vrai, issue du registre à décalage, permet le passage du courant dans l'étage pilote associé à chacune des lignes du réseau de 5x7 DEL.

L'entrée V_B compatible TTL peut être soit raccordée directement à l'entrée V_{CC} pour avoir une intensité lumineuse maximale, soit modulée en impulsion pour être maître de l'intensité lumineuse et réduire la consommation.

Pour un système de commande normal correspondant aux données d'entrée de l'affichage du 4ème caractère, la colonne 1 est chargée dans les 7 premiers emplacements du registre à décalage de l'afficheur. Les données, colonne 1, des caractères 3, 2 et 1 sont décodées de la même manière et chargées dans le registre à décalage de l'afficheur. L'entrée correspondant à la colonne 1 est alors validée pendant un certain temps, T. Le même processus est appliqué aux colonnes 2, 3, 4 et 5. Si le temps nécessaire pour décoder et emmagasiner les données dans le registre à décalage est t, pour 5 colonnes, chaque colonne fonctionnera avec un rapport cyclique de :

$$RC = \frac{T}{5\,(t + T)}$$

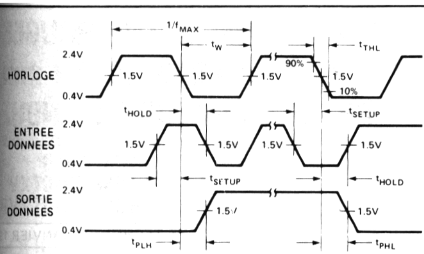
Le temps, t + T, attribué à chaque colonne de l'afficheur est, en général, choisi pour assurer le meilleur rapport cyclique, compte tenu du taux de rafraîchissement minimal nécessaire à un affichage sans scintillement. Dans la plupart des cas, lorsque l'on utilise le multiplexage des afficheurs, chaque colonne doit être rafraîchie à une cadence égale ou supérieure à 100 fois par seconde.

Pour 5 colonnes adressées, le taux de rafraîchissement donne la valeur suivante à t + T :

$$\frac{1}{5 \times 100} = 2 \text{ ms}$$

Si le système travaille avec une fréquence d'horloge de 3 MHz maximum, il est possible de maintenir $t \ll T$. Pour des afficheurs comportant peu de caractères, on peut atteindre un rapport cyclique de 20%.

Pour des informations complémentaires, consulter la note d'applications 1016.



Paramètre	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unité
Fréquence d'horloge max. f_{max}				3	MHz
Temps de propagation T_{PLH}, T_{PHL} entre horloge et sortie des données	$C_L = 15pF$ $R_L = 2,4k\Omega$			125	ns

FIGURE 1 – Caractéristiques de commutation des HDSP-2000, -2001, -2002 et -2003 ($T_A = -20°C$ à $+85°C$)

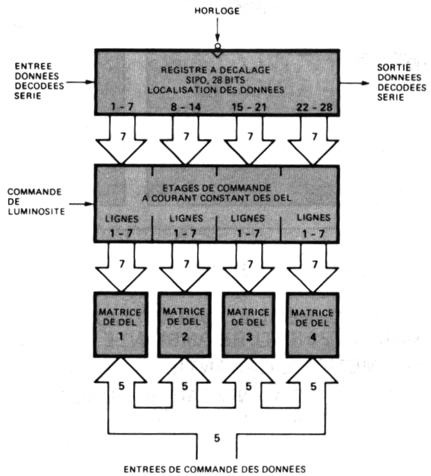


FIGURE 5 – Synoptique des HDSP-2000, -2001, -2002 et -2003

CARACTERISTIQUES MECANIQUES ET THERMIQUES

Les afficheurs HDSP-200X sont fournis en boîtier céramique standard DUAL-IN-LINE. Ils peuvent être soudés sur cartes de circuits imprimés ou montés sur supports de circuits intégrés. Ils peuvent être alignés verticalement ou horizontalement pour réaliser des combinaisons quelconques de caractères. Leur fonctionnement à pleine puissance ($V_{CC} = 5,25$ V, $V_B = 2,4$ V et $V_{COL} = 3,5$ V), dans le cas où la résistance thermique entre la jonction et l'ambiance est la plus défavorable (60°C/W/dispositif), est possible jusqu'à une température ambiante de 50°C. Au-dessus de 50°C, la dissipation maximale du dispositif doit être réduite linéairement de 16,7 mW/°C (voir figure 2).

La réduction de la puissance dissipée peut se réaliser de plusieurs façons : soit réduire la tension d'alimentation (4,75 V minimum), soit réduire la tension d'entrée colonne, V_{COL}, jusqu'à 2,4 V pour le HDSP-2000 ou 2,75 V pour les HDSP-2001, -2002 et -2003, soit en réduisant le courant de commande moyen en modulant V_B par des impulsions de largeurs variables.

Les afficheurs HDSP-200X possèdent des lentilles de verre. Il est souhaitable d'ajouter des filtres de contraste additionnels dans certaines utilisations. Nous vous suggérons d'utiliser les filtres indiqués figure 6. Des informations complémentaires sur le filtrage et l'amélioration du contraste sont données dans la note d'applications 1015.

Le nettoyage des broches après soudure peut se faire à l'eau, au mélange Fréon-alcool préconisé pour le nettoyage à la vapeur (2 mn maximum à la vapeur, au point d'ébullition) ou au mélange Fréon-alcool pour le nettoyage à la température ambiante. Solvants préconisés : Fréon TF, Fréon TE, Genesolv DI-15, Genesolv DE-15, eau.

Couleur afficheur	Ambiance lumineuse		
	Faible	Moyenne	Forte
Rouge standard HDSP-2000	Panelgraphic Dark Red 63 Ruby Red 60 Chequers Red 118 Plexiglass 2423	Polaroïd HNCP37 3M Light Control Film Panelgraphic Gray 10 Chequers Grey 105	Note 1
Jaune HDSP-2001	Panelgraphic Yellow 27 Chequers Amber 107		
Rouge haut rendement HDSP-2002	Panelgraphic Ruby Red 60 Chequers Red 112		
Vert hautes performances HDSP-2003	Panelgraphic Green 48 Chequers Green 107		

Note : 1. Filtres polarisés circulaires enduits optiquement, Polaroid HNCP10.

FIGURE 6 – Filtres d'amélioration du contraste

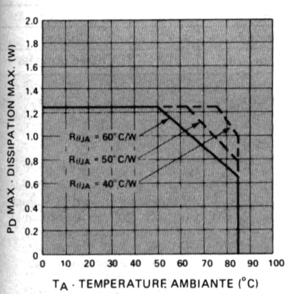


FIGURE 2 – Dissipation max. admissible en fonction de la température

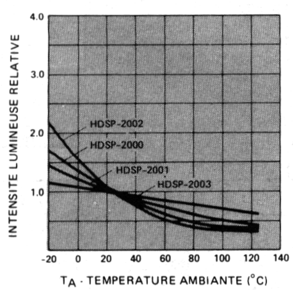


FIGURE 3 – Intensité lumineuse relative en fonction de la température

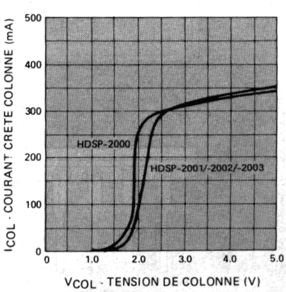


FIGURE 4 – Courant crête de colonne en fonction de la tension de colonne

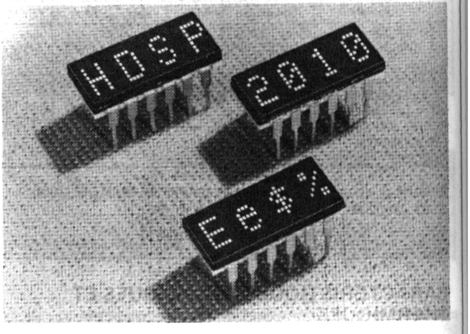
AFFICHEURS ALPHANUMÉRIQUES ROUGES 5x7 A 4 CARACTÈRES DE 3,8 mm A PLAGE DE TEMPÉRATURE ÉTENDUE

HDSP-2010
HDSP-2010TXV
HDSP-2010TXVB

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

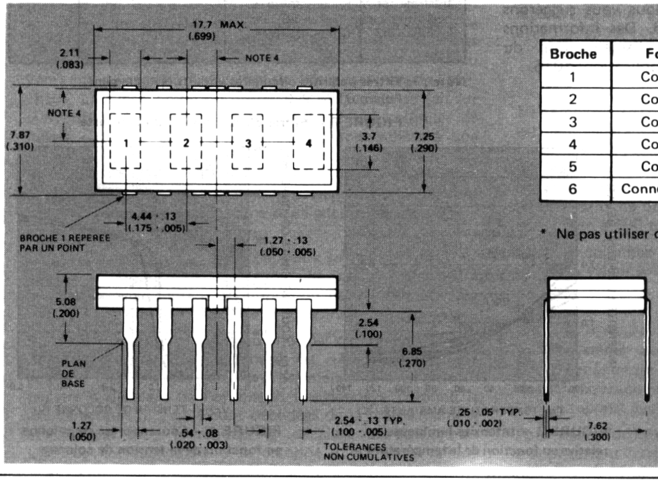
- FONCTIONNEMENT GARANTI JUSQU'A UNE TEMPERATURE AMBIANTE DE – 40°C
- HERMETICITE GARANTIE
- CONFORMES AU NIVEAU DE QUALITE A DE LA NORME MIL-D-87157
- CONTROLES EN TEMPERATURE A 100% ENTRE – 55°C ET + 100°C
- BROCHES DOREES
- REGISTRES A DECALAGE INTEGRES AVEC ETAGES PILOTES REGULES EN COURANT
- BOITIERS DIP CERAMIQUES 7,62 mm
  Avec filtre de contraste en verre rouge intégré
- GRAND ANGLE DE LECTURE
- BOITIERS ALIGNABLES A 4 CARACTERES
- NOMBRE DE SORTIES REDUIT
  12 broches pour 4 caractères
- COMPATIBILITE TTL
- AFFICHAGE PAR MATRICE DE DEL 5 x 7 CODE ASCII COMPLET
- ROBUSTE, LONGUE DUREE DE VIE
- CLASSEMENT PAR CATEGORIE LUMINEUSE
  Permet de réaliser des afficheurs à plusieurs modules de luminosité uniforme



Description

L'afficheur HDSP-2010 est destiné aux applications nécessitant une très grande fiabilité. Le caractère de 3,8 mm de hauteur est constitué par une matrice de DEL 5 x 7 permettant l'affichage en alphanumérique. Il se présente sous forme d'un boîtier à 4 caractères avec 12 sorties DUAL-IN-LINE. Un registre à décalage à 7 bits SIPO (entrée série - sortie parallèle) associé à chaque caractère commande les étages pilotes à courant constant des lignes de DEL. L'affichage d'un caractère complet est réalisé par multiplexage extérieur de chaque colonne. Les amplificateurs d'attaque à courant constant sont programmables extérieurement et peuvent débiter 13,5 mA crête par diode. Applications : terminaux Entrée/Sortie en mode conversationnel, avionique, équipements de télécommunication ou portables nécessitant des afficheurs alphanumériques.

Dimensions



Broche	Fonction	Broche	Fonction
1	Colonne 1	7	Sortie données
2	Colonne 2	8	V_B
3	Colonne 3	9	V_{CC}
4	Colonne 4	10	Horloge
5	Colonne 5	11	Masse
6	Connexion int.*	12	Entrée données

* Ne pas utiliser ou connecter.

Notes.
1. Dimensions en mm et (pouces).
2. Sauf spécifications contraires, toutes les dimensions sont données à ± 0,38 mm.
3. Bornes de sortie en alliage de cuivre doré.
4. Les caractères sont centrés à ± 0,13 mm.

Valeurs limites absolues

Tension d'alimentation continue V_{CC} par rapport à la masse . . . . – 0,5 V à + 6 V
Entrées, sortie des données, V_B . . . . – 0,5 V à V_{CC}
Tension d'entrée colonnes, V_{COL} . . . . – 0,5 V à + 6 V
Température ambiante de fonctionnement à l'air libre, T_A (2) . . . . – 40°C à + 85°C
Température de stockage, T_S . . . . – 55°C à + 100°C
Dissipation maximale admissible par boîtier à T_A = 25°C (1, 2, 6) . . . . 1,29 W
Température maximale de soudage à 1,6 mm du plan de base avec t < 5 s . . . . 260°C

Conditions de fonctionnement recommandées

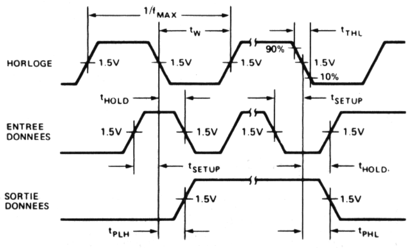
Paramètre	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unités
Tension alimentation	V_{CC}	4,75	5	5,25	V
Courant de sortie données - Etat bas	I_{OL}			1,6	mA
Courant de sortie données - Etat haut	I_{OH}			– 0,5	mA
Tension d'entrée colonne - Colonne excitée	V_{COL}	2,6		3,5	V
Temps de préétablissement	t_{setup}	70	45		ns
Temps de maintien	t_{hold}	30	0		ns
Horloge - Largeur des impulsions	$t_{w(clock)}$	75			ns
Horloge - Fréquence	f_{clock}	0		3	MHz
Horloge - Temps de transition à la décroissance	t_{THL}			200	ns
Température de fonctionnement à l'air libre	T_A	– 40		85	°C

Caractéristiques électriques pour T_A comprise entre –40 et +70°C (sauf spécifications contraires)

Description		Symbole	Conditions de mesure		Min.	Typ.*	Max.	Unités
Courant alimentation		I_{CC}	V_{CC} = 5,25 V V_{CLOCK} = V_{DATA} = 2,4 V Tous registres à décalage = logique 1	V_B = 0,4 V		45	60	mA
				V_B = 2,4 V		73	95	mA
Courant de colonne		I_{COL}	V_{CC} = 5,25 V, V_{COL} = 3,5 V Tous registres à décalage = logique 1	V_B = 0,4 V			1,5	mA
				V_B = 2,4 V		350	435	mA
Intensité lumineuse crête par DEL (3, 7) (moyenne par caractère)		I_{VPEAK}	V_{CC} = 5 V, V_{COL} = 3,5 V T_i = 25°C (4), V_B = 2,4 V		105	200		µcd
Seuil niveau haut horloge ou données, V_B		V_{IH}	V_{CC} = V_{COL} = 4,75 V		2			V
Seuil niveau bas données, V_B		V_{IL}					0,8	V
Seuil niveau bas horloge		V_{IL}					0,6	V
Courant d'entrée niveau logique 1	V_B, horloge	I_{IH}	V_{CC} = 5,25 V, V_{IH} = 2,4 V			20	80	µA
	Entrée données	I_{IH}				10	40	µA
Courant d'entrée niveau logique 0	V_B, horloge	I_{IL}	V_{CC} = 5,25 V, V_{IL} = 0,4 V			– 500	– 800	µA
	Entrée données	I_{IL}				– 250	– 400	µA
Tension sortie de données niveau haut		V_{OH}	V_{CC} = 4,75 V, I_{OH} = – 0,5 mA, V_{COL} = 0 V		2,4	3,4		V
Tension sortie de données niveau bas		V_{OL}	V_{CC} = 4,75 V, I_{OL} = 1,6 mA, V_{COL} = 0 V			0,2	0,4	V
Dissipation par boîtier **		P_D	V_{CC} = 5 V, V_{COL} = 2,6 V 15 DEL éclairées par caractère	V_B = 2,4 V		0,66		W
Longueur d'onde crête		λ_{PEAK}				655		nm
Longueur d'onde dominante (5)		λ_d				640		nm
Résistance thermique jonction-boîtier		$R\theta_{J\text{-}C}$				25		°C/W/Dispositif
Fuites							5×10^{-7}	cc/s

* Toutes les valeurs typiques sont spécifiées pour V_{CC} = 5 V et T_A = 25°C, sauf spécifications contraires
** Dissipation par boîtier avec 4 caractères éclairés

Notes :
1. Le fonctionnement au-dessus de 85°C est possible à condition que la température de la fonction ne dépasse pas 125°C et que celle du boîtier (mesurée sur la broche 1 ou sous le boîtier) ne soit pas supérieure à 100°C
2. La puissance dissipée sera réduite de 16,7 mW/°C au-dessus de 50°C. Cette réduction correspond à un dispositif monté sur un support ayant une résistance thermique de 35°C/W (voir figure 2)
3. Les boîtiers sont classés par catégorie lumineuse. Celle-ci est précisée sur le fond du boîtier par une lettre code
4. T_i, température initiale du boîtier avant la mesure de la luminosité
5. La longueur d'onde dominante, λ_d, est directement issue du diagramme chromatique du CIE et représente la longueur d'onde qui définit de façon précise la couleur
6. La dissipation maximale possible est calculée en fonction de V_{CC} = V_B = 5,25 V, V_{COL} = 3,5 V, pour 20 DEL illuminées par caractère et un rapport cyclique de 20%
7. La stérance lumineuse des DEL doit être calculée en utilisant la formule suivante :
L_V (Lux) = I_V (Cd)/A (m²) L_V (fL) = πI_V (Cd)/A (pied²) avec A = $5,3 \times 10^{-8}$ m² = $5,8 \times 10^{-7}$ pied²



Paramètre	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unités
Fréquence d'horloge max. f max.				3	MHz
Temps de propagation T_{PLH}, T_{PHL} entre horloge et sortie des données	$C_L = 15$ pF $R_L = 2{,}4$ kΩ			125	ns

FIGURE 1 — Caractéristiques de commutation ($V_{CC} = 5$ V, $T_A = -40°C$ à $+70°C$)

CARACTERISTIQUES MECANIQUES ET THERMIQUES

Les afficheurs HDSP-2010 sont fournis en boîtier verre/céramique à 12 sorties DUAL-IN-LINE. Ils peuvent être soudés sur cartes de circuits imprimés et montés sur supports de circuits intégrés, et être alignés verticalement ou horizontalement pour réaliser des combinaisons quelconques de caractères.

Il est possible de les faire fonctionner dans une plage étendue de températures ou de tensions d'alimentation. La réduction de l'alimentation peut se faire soit en diminuant V_{COL}, soit en diminuant le courant moyen de commande, en jouant sur la largeur des impulsions de modulation de V_B.

Les afficheurs HDSP-2010 possèdent une lentille de verre intégrée. Il peut être intéressant d'ajouter des filtres de contraste dans certaines utilisations. Nous vous suggérons d'utiliser les filtres suivants : Panelgraphic Ruby Red 60, SGL Homalite H100-1605 Red et 3 M Light Control Film (à volets). Les filtres de verre enduits optiquement présentent un très bon contraste.

Le nettoyage des broches après soudure peut se faire à l'eau, au mélange Fréon/alcool préconisé pour le nettoyage à la vapeur (2 mn maximum à la vapeur, au point d'ébullition) ou au mélange Fréon/alcool pour nettoyage à la température ambiante. Solvants préconisés : Fréon TF, Fréon TE, Genesolv DI-15, Genesolv DE-15.

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

L'afficheur HDSP-2010 possède son propre système de stockage des données, de décodage de colonnes et l'étage de commande à courant constant de chacune des 28 lignes de l'afficheur à 4 caractères. Le dispositif comporte 4 matrices de DEL et 2 circuits intégrés qui constituent le registre à décalage entrées série - sorties parallèles (SIPO) à 28 bits (voir Figure 5). Chaque caractère est formé d'un réseau de 5 x 7 diodes, dont les cathodes correspondant à chaque ligne, sont raccordées à une sortie à courant constant du registre à décalage SIPO. Les anodes de chaque colonne sont raccordées ensemble, les mêmes colonnes de chaque caractère étant reliées entre elles (c'est-à-dire, que les colonnes 1, de chaque caractère, sont reliées à la broche 1). Chaque DEL, de chaque caractère peut être adressée en décalant les données à l'emplacement voulu du registre à décalage et en appliquant une tension sur la colonne désirée.

Associé à chaque emplacement du registre à décalage, un étage de commande à courant constant, capable de fournir 13,5 mA nominal, alimente les DEL. Un état logique 1, envoyé à un emplacement du registre à décalage, valide la source de courant pour cet emplacement. Une tension appliquée sur la colonne appropriée allume la DEL désirée.

Les colonnes de l'afficheur sont échantillonnées 1 parmi 5, en chargeant 7 bits de données par caractère pour la colonne sélectionnée. Les données sont décalées dans le registre à décalage SIPO d'un emplacement de bit par front descendant du signal d'horloge. Lorsque l'afficheur fonctionne avec la broche 1 située dans le coin inférieur gauche, le 1er bit est chargé dans le registre à décalage SIPO et correspond à l'information de la colonne 7 du caractère de l'extrême droite. Le 28ème bit chargé dans le registre à décalage correspond à l'information de la colonne 1 du

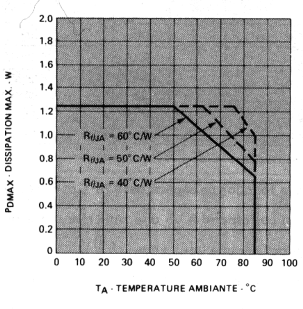


FIGURE 2 — Dissipation max. admissible en fonction de la température

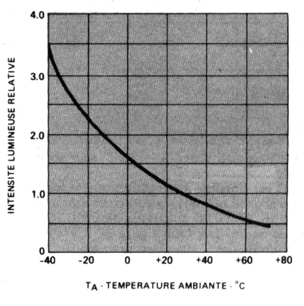


FIGURE 3 — Intensité lumineuse relative en fonction de la température

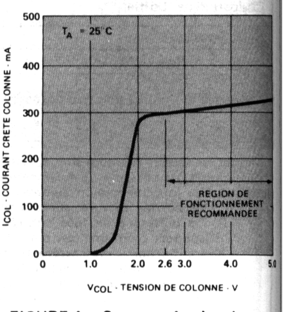


FIGURE 4 — Courant crête de colonne en fonction de la tension de colonne

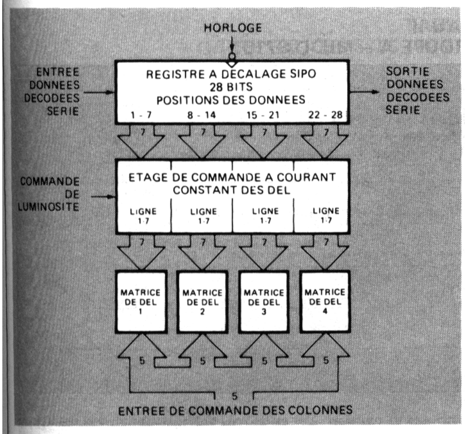


FIGURE 5 — Bloc diagramme de l'afficheur HDSP-2010

caractère de l'extrême gauche. Quand les 28 bits de données de ligne sur les colonnes sont chargés sur le registre à décalage, la 1ère colonne est alimentée pendant un temps, T, la colonne 1 de chaque caractère s'allume. La colonne 1 s'éteint et le processus se répète pour les colonnes suivantes.

Le temps attribué à chaque colonne est (t + T) et la cadence de rafraîchissement minimale pour éviter tout scintillement est de 100 Hz, (t + T) doit donc être ⩽ 2 ms. Si l'afficheur fonctionne à la fréquence d'horloge maximale de 3 MHz, il est possible de maintenir t ≪ T. Le temps d'éclairement des DEL, le RC sera approximativement de 19,4% sur des afficheurs de 24 caractères au moins. Le fonctionnement de l'afficheur avec un RC de 10%, lorsque l'afficheur comporte plus de caractères sera encore suffisant (sous abri).

Le 28ème étage du registre à décalage SIPO est connecté à la broche sortie données, prévue pour être raccordée directement à la broche entrée données de l'afficheur HDSP-2010 suivant.

L'entrée V_B permet de contrôler la luminosité apparente de l'afficheur. Un niveau logique haut appliqué à l'entrée V_B permet l'illumination de l'afficheur, alors qu'un niveau logique bas efface l'affichage en mettant hors service les étages de commande à courant constant des DEL. Le temps moyen d'éclairement des DEL peut être modifié en modulant la largeur des impulsions de V_B. La note d'applications 1016 fournit des informations supplémentaires pour réaliser les circuits de commande.

Contrôle de fiabilité

Il existe deux programmes standard de contrôle de la fiabilité. Le programme TXVB est conforme au niveau de qualité A de la norme MIL-D-87157 pour les afficheurs hermétiques testés à 100%. Un produit TXVB est testé conformément aux indications des tableaux I, II, IIIa et IVa. Un deuxième programme est constitué par une modification HP du programme complet de conformité; il comporte la partie tests à 100% du niveau A, tableau I et du groupe A, tableau II.

REFERENCES

Produit standard	Selon tableaux I et II	Selon tableaux I, II, IIIa et IVa
HDSP-2010	HDSP2010TXV	HDSP-2010TXVB

Tests à 100%

TABLEAU I
NIVEAU DE QUALITE A DE LA NORME MIL-D-87157

Examen ou Essai	MIL-STD-750 Méthode	Conditions
1. Examen visuel interne	—	Procédure HP 5956-7512-52
2. Stockage à haute température	1032	T_A = 100°C pendant 24 h
3. Cycle de température	1051	T_A = – 55°C à + 100°C, 10 cycles, stabilisation 15 mn
4. Accélération constante	2006	10 000 G et axe Y_1
5. Test de fuite fine	1071	Condition H, taux de fuite ⩽ 5×10^{-7} cc/s
6. Test de grosse fuite	1071	Condition C, sauf si température du fluide est de + 100°C
7. Essai électrique/optique intérimaire (2)	—	I_{CC} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V), I_{COL} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V) I_{IH} (V_B, entrée horloge et données), I_{IL} (V_B, entrée horloge et données), I_{OH}, I_{OL}, fonction visuelle et crête I_V. Les entrées V_{IH} et V_{IL} sont garanties par l'essai électronique du registre à décalage. T_A = 25°C
8. Déverminage (1)	1015	Condition B à V_{CC} = V_B = 5,25 V, V_{COL} = 3,5 V, T_A = + 85°C DEL en - rapport cyclique = 5%, t = 168 h
9. Essai électrique final (2)	—	Comme l'opération 7
10. Détermination des deltas		ΔI_{CC} = ± 6 mA, ΔI_{IH} (horloge) = ± 10 μA, ΔI_{IH} (entrée données) = ± 10 μA, ΔI_{OH} = ± 10% de la valeur initiale et ΔI_V = – 20%
11. Examen visuel du boîtier	2009	

Notes :
1. La méthode de test de la norme MIL-STD-883 s'applique.
2. Les limites et conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques. Les essais I_{OH} et I_{OL} sont l'inverse de V_{OH} et V_{OL}, spécifiés dans les caractéristiques électriques.

TABLEAU II
ESSAIS ELECTRIQUES GROUPE A – MIL-D-87157

Sous-groupe/Essai	Paramètres	LTPD
Sous-groupe 1 Essais électriques cc à 25°C (1)	I_{CC} (à V_B = 0,4 et 2,4 V), I_{COL} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V) I_{IH} (V_B, entrée horloge et données), I_{IL} (V_B, entrée horloge et données), I_{OH}, I_{OL}, fonction visuelle et crête I_V. Les entrées V_{IH} et V_{IL} sont garanties par l'essai du registre à décalage	5
Sous-groupe 2 Essais électriques cc à haute tempér. (1)	Comme le sous-groupe 1 mais en supprimant I_V et la fonction visuelle, $T_A = +85°C$	7
Sous-groupe 3 Essais électriques cc à basse tempér. (1)	Comme le sous-groupe 1 mais en supprimant I_V et la fonction visuelle, $T_A = -40°C$	7
Sous-groupes 4, 5 et 6 Non testés		
Sous-groupe 7 Essais fonctionnels et optiques à 25°C	Vérifié par sous-groupe 1	5
Sous-groupe 8 Examen visuel externe		7

Note :

1. Les limites et les conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques. Les essais I_{OH} et I_{OL} sont l'inverse des V_{OH} et V_{OL} spécifiés dans les caractéristiques électriques.

TABLEAU IIIa
GROUPE B, CLASSES A ET B DE LA NORME MIL-D-87157

Sous-groupe/Essai	Méthode MIL-STD-750	Conditions	Echantillon
Sous-groupe 1 Résistance aux solvants	1022		4 unités/ pas d'échec
Examen visuel, interne et mécanique (3)	2014		1 unité/ pas d'échec
Sous-groupe 2 (1, 2) Soudabilité	2026	T_A = 260°C pendant 5 s	LTPD = 15
Sous-groupe 3 Choc thermique (cycle de température)	1051	T_A = – 55°C à + 100°C, 10 cycles, stabilisation 15 mn	LTDP = 15
Résistance à l'humidité	1021		
Test de fuite fine	1071	Condition H	
Test de grosse fuite	1071	Condition C, sauf tempér. fluide à + 100°C	
Points extrêmes électriques/ optiques (4)	–	I_{CC} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V), I_{COL} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V), I_{IH} (V_B, entrée horloge et données), I_{IL} (V_B, entrée horloge et données), I_{OH}, I_{OL}, fonction visuelle et crête I_V. Les entrées V_{IH} et V_{IL} sont garanties par l'essai électronique du registre à décalage. T_A = 25°C	
Sous-groupe 4 Essai de durée de vie en fonctionnement (340 h)	1027	T_A = + 85°C à V_{CC} = V_B = 5,25 V, V_{COL} = 3,5 V, DEL en - rapport cyclique = 5%	LTPD = 10
Points extrêmes électriques/ optiques (4)	–	Comme le sous-groupe 3	
Sous-groupe 5 Durée de vie hors fonctionnement (stockage, 340 h)	1032	T_A = + 100°C	LTPD = 10
Points extrêmes électriques/ optiques (4)	–	Comme le sous-groupe 3	

Notes :

1. Lorsque les essais électriques/optiques ne sont pas requis comme points extrêmes, des rejets électriques peuvent être utilisés.
2. LTPD s'applique au nombre de conducteurs examinés, mais on ne pourra en aucun cas utiliser moins de 3 afficheurs pour obtenir le nombre de fils requis.
3. Les méthodes de test de la norme MIL-STD-883 s'appliquent.
4. Les limites et les conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques. Les tests de I_{OH} et I_{OL} sont l'inverse de ceux de V_{OH} et V_{OL} spécifiés dans les caractéristiques électriques.

TABLEAU IVa
GROUPE C, CLASSES A ET B DE LA NORME MIL-D-87157

Sous-groupe/Essai	Méthode MIL-STD-750	Conditions	Echantillon
Sous-groupe 1 Dimensions physiques	2066		2 unités/ pas d'échec
Sous-groupe 2 (2, 7) Intégrité des conducteurs	2004	Condition B2	LTPD = 15
Fuite fine	1071	Condition H	
Grosse fuite	1071	Condition C, sauf tempér. fluide à + 100°C	
Sous-groupe 3 Chocs	2016	1500 G pendant 0,5 ms, 5 impulsions dans chacune des orientations X_1, Y_1, Y_2	LTPD = 15
Vibrations, fréquence variable	2056		
Vibrations constantes	2006	10 000 G dans la direction Y_1	
Examen visuel externe (4)	1010 ou 1011		
Points extrêmes électriques/ optiques (8)		I_{CC} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V), I_{COL} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V), I_{IH} (V_B, entrée horloge et données), I_{IL} (V_B, entrée horloge et données), I_{OH}, I_{OL}, fonction visuelle et crête I_V. Les entrées V_{IH} et V_{IL} sont garanties par l'essai électronique du registre à décalage. T_A = 25°C	
Sous-groupe 4 (1, 3) Atmosphère saline	1041		LTPD = 15
Examen visuel externe (4)	1010 ou 1011		
Sous-groupe 5 Vérification de l'herméticité (5)	2037	Condition A	LTPD = 20 (C = 0)
Sous-groupe 6 Essai de durée de vie (6)	1026	T_A = + 85°C à V_{CC} = V_B = 5,25 V, V_{COL} = 3,5 V	λ = 10
Points extrêmes électriques/ optiques (8)	—	Comme le sous-groupe 3	

Notes :
1. Lorsque des essais électriques/optiques ne sont pas requis comme points extrêmes, des rejets électriques peuvent être utilisés.
2. LTPD s'applique au nombre de conducteurs examinés, mais on ne pourra en aucun cas utiliser moins de 3 afficheurs pour parvenir au nombre de fils requis.
3. L'emploi d'échantillons de soudabilité est interdit.
4. Les exigences visuelles sont conformes aux dispositions des méthodes 1010 ou 1011 de la norme MIL-STD-883.
5. Les afficheurs peuvent être sélectionnés avant le scellement.
6. Si un lot d'inspection déterminé soumis à une inspection du groupe B a été sélectionné pour être conforme aux exigences d'inspection du groupe C, l'essai de durée de vie de 340 heures peut être poursuivi jusqu'à 1000 heures afin de répondre aux exigences de durée de vie du groupe C. Dans ces cas, les mesures des points extrêmes 340 heures constitueront la base de l'acceptation du lot groupe B ou les mesures des points extrêmes 1000 heures seront utilisées comme base pour l'acceptation des groupes B et C.
7. La méthode de test de la norme MIL-STD-883 s'applique.
8. Les limites et conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques. Les tests I_{OH} et I_{OL} sont l'inverse de V_{OH} et V_{OL} spécifiés dans les caractéristiques électriques.

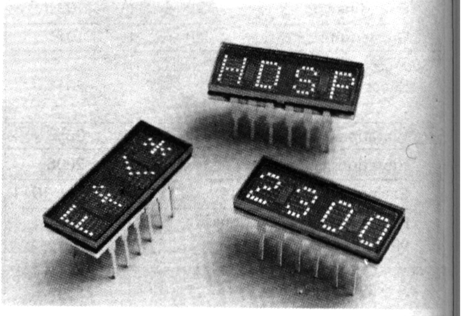
AFFICHEURS ALPHANUMÉRIQUES A 4 CARACTÈRES DE 5 mm

ROUGE STANDARD • HDSP-2300
JAUNE • HDSP-2301
ROUGE HAUT RENDEMENT • HDSP-2302
VERT HAUTES PERFORMANCES • HDSP-2303

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **QUATRE COULEURS**
  Rouge standard, faible consommation
  Jaune, grande luminosité
  Rouge haut rendement, grande luminosité
  Vert hautes performances, grande luminosité
- **REGISTRES A DECALAGE INTEGRES AVEC ETAGES PILOTES REGULES EN COURANT**
- **BOITIER CERAMIQUE COMPACT**
- **GRAND ANGLE DE LECTURE**
- **BOITIERS A 4 CARACTERES ALIGNABLES**
- **COMPATIBLE TTL**
- **AFFICHAGE PAR MATRICE DE DEL 5x7, CODE ASCII COMPLET**
- **CLASSEMENT PAR INTENSITE LUMINEUSE**
- **AFFICHEURS HDSP-2301/-2303 REPERES PAR COULEUR**



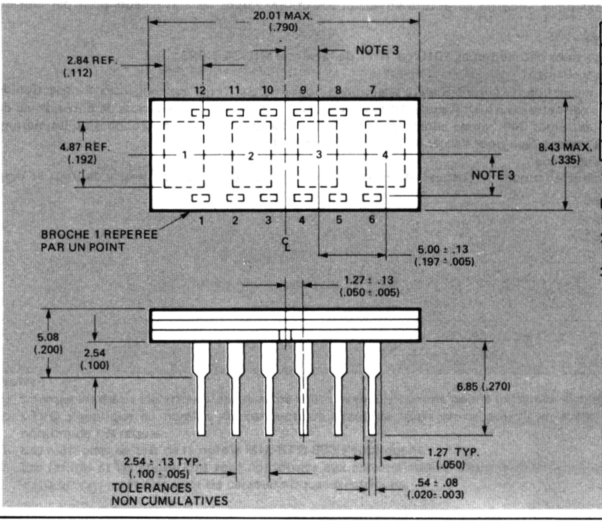
Applications

- **Avionique**
- **Eclairage de légendes par transparence**
- **Appareils médicaux**
- **Produits grand public**

Description

Les afficheurs à 4 caractères de 5 mm, HDSP-2300, -2301, -2302 et -2303 sont constitués de matrices de points 5x7 permettant un affichage alphanumérique. Ils sont disponibles en rouge standard, jaune, rouge haut rendement et vert hautes performances. Chaque ensemble de 4 caractères se présente sous forme d'un boîtier DUAL-IN-LINE à 12 broches. Un registre à décalage à 7 bits SIPO (entrées série-sorties parallèles) associé à chaque caractère commande les étages pilotes à courant constant des lignes de DEL. L'affichage complet d'un caractère est réalisé par multiplexage extérieur de chaque colonne.

Dimensions



Broche	Fonction	Broche	Fonction
1	Colonne 1	7	Sortie données
2	Colonne 2	8	V_B
3	Colonne 3	9	V_{CC}
4	Colonne 4	10	Horloge
5	Colonne 5	11	Masse
6	Connexion int.*	12	Entrée données

* Ne pas utiliser ou connecter

NOTES :
1. Dimensions en mm et (pouces).
2. Sauf spécifications contraires, toutes les dimensions sont données à ± 0,38 mm.
3. Les caractères sont centrés à ± 0,13 mm.

Valeurs limites absolues

Tension d'alimentation continue V_{CC} par rapport à la masse . . . . – 0,5 V à 6 V
Entrées, sortie des données, V_B . . . . – 0,5 V à V_{CC}
Tension d'entrée colonnes, V_{COL} . . . . – 0,5 V à + 6 V
Température de fonctionnement à l'air libre, T_A (1, 2) . . . . – 20°C à + 85°C
Température de stockage, T_S . . . . – 55°C à + 100°C
Dissipation maximale admissible par boîtier à T_A = 25°C (1, 2, 3) :
  HDSP-2300 . . . . 1,24 W
  HDSP-2301, -2302 et -2303 . . . . 1,46 W
Température maximale de soudage à 1,6 mm du plan de base avec t < 5 s . . . . 260°C

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité	Fig.
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,75	5	5,25	V	
Courant de sortie données - état bas	I_{OL}			1,6	mA	
Courant de sortie données - état haut	I_{OH}			– 0,5	mA	
Tension d'entrée colonne - colonne excitée HDSP-2300	V_{COL}	2,4		3,5	V	4
Tension d'entrée colonne - colonne excitée HDSP-2301, -2302, -2303	V_{COL}	2,75		3,5	V	7
Temps de pré-établissement	t_{setup}	70	45		ns	1
Temps de maintien	t_{hold}	30	0		ns	1
Horloge - largeur des impulsions	$t_{w\,(clock)}$	75			ns	1
Horloge - fréquence	f_{clock}	0		3	MHz	1
Horloge - temps de transition à la décroissance	t_{THL}			200	ns	1
Température de fonctionnement à l'air libre (1, 2)	T_A	– 20		85	°C	3, 5

Caractéristiques électriques

HDSP-2300 ROUGE STANDARD

Description		Symbole	Conditions de mesure		Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Courant alimentation		I_{CC}	V_{CC} = 5,25 V, $V_{CLOCK} = V_{DATA}$ = 2,4 V, Tous registres de décalage = logique 1	V_B = 0,4 V		45	60	mA	4
				V_B = 2,4 V		73	95	mA	
Courant de colonne		I_{COL}	V_{CC} = 5,25 V, V_{COL} = 3,5 V, Tous registres de décalage = logique 1	V_B = 0,4 V			500	µA	
				V_B = 2,4 V		335	410	mA	
V_B, seuil niv. haut horloge ou données		V_{IH}	$V_{CC} = V_{COL}$ = 4,75 V		2			V	
V_B, seuil niv. bas horloge ou données		V_{IL}					0,8	V	
Courant d'entrée niveau logique 1	V_B, horloge	I_{IH}	V_{CC} = 5,25 V, V_{IH} = 2,4 V			20	80	µA	
	Données	I_{IH}				10	40	µA	
Courant d'entrée niveau logique 0	V_B, horloge	I_{IL}	V_{CC} = 5,25 V, V_{IL} = 0,4 V			– 500	– 800	µA	
	Données	I_{IL}				– 250	– 400	µA	
Tension sortie de données - niveau haut		V_{OH}	V_{CC} = 4,75 V, I_{OH} = – 0,5 mA, I_{COL} = 0 mA		2,4	3,4		V	
Tension sortie de données - niveau bas		V_{OL}	V_{CC} = 4,75 V, I_{OL} = 1,6 mA, I_{COL} = 0 mA			0,2	0,4	V	
Dissipation par boîtier**		P_D	V_{CC} = 5 V, V_{COL} = 3,5 V, RC = 17,5%, 15 DEL éclairées par caractère, V_B = 2,4 V			0,72		W	2
Résistance thermique jonction CI - boîtier		$R\theta_{J\text{-}C}$				25		°C/W/ dispos.	2

* Toutes les valeurs typiques sont spécifiées pour V_{CC} = 5 V et T_A = 25°C, sauf spécifications contraires.
** Dissipation par boîtier avec 4 caractères éclairés.

Notes :

1. Le fonctionnement à une température ambiante dépassant 85°C est possible si les conditions suivantes sont respectées. La température des jonctions ne doit pas dépasser 125°C T_J et la température du boîtier (mesurée à la broche 1 ou à l'arrière de l'affichage) ne doit pas dépasser 100°C T_C.
2. La puissance dissipée devra être réduite linéairement de 16,7 mW/°C :
   – au-dessus de 50°C, pour le HDSP-2300,
   – au-dessus de 37°C, pour les HDSP-2301, -2302 et -2303.
   Ce dégrèvement doit être appliqué sur un dispositif monté sur un support présentant une résistance thermique de 35°** C/W par dispositif. Voir la figure 2 pour les dégrèvements de puissance applicables pour des résistances thermiques inférieures.
3. La dissipation maximale possible est calculée en fonction de V_{CC} = 5,25 V, V_B = 2,4 V, V_{COL} = 3,5 V, pour 20 DEL éclairées par caractère et un rapport cyclique de 20%.

HDSP-2301 JAUNE/HDSP-2302 ROUGE HAUT RENDEMENT
HDSP-2303 VERT HAUTES PERFORMANCES

Description		Symbole	Conditions de mesure		Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Courant alimentation		I_{CC}	$V_{CC} = 5{,}25$ V, $V_{CLOCK} = V_{DATA} = 2{,}4$ V, Tous registres de décalage = logique 1	$V_B = 0{,}4$ V		45	60	mA	
				$V_B = 2{,}4$ V		73	95	mA	
Courant de colonne		I_{COL}	$V_{CC} = 5{,}25$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V, Tous registres de décalage = logique 1	$V_B = 0{,}4$ V			500	µA	7
				$V_B = 2{,}4$ V		380	520	mA	
V_B, seuil niv. haut horloge ou données		V_{IH}	$V_{CC} = V_{COL} = 4{,}75$ V		2			V	
V_B, seuil niv. bas horloge ou données		V_{IL}					0,8	V	
Courant d'entrée niveau logique 1	V_B, horloge	I_{IH}	$V_{CC} = 5{,}25$ V, $V_{IH} = 2{,}4$ V			20	80	µA	
	Données	I_{IH}				10	40	µA	
Courant d'entrée niveau logique 0	V_B, horloge	I_{IL}	$V_{CC} = 5{,}25$ V, $V_{IL} = 0{,}4$ V			− 500	− 800	µA	
	Données	I_{IL}				− 250	− 400	µA	
Tension sortie de données - niveau haut		V_{OH}	$V_{CC} = 4{,}75$ V, $I_{OH} = -0{,}5$ mA, $I_{COL} = 0$ mA		2,4	3,4		V	
Tension sortie de données - niveau bas		V_{OL}	$V_{CC} = 4{,}75$ V, $I_{OL} = 1{,}6$ mA, $I_{COL} = 0$ mA			0,2	0,4	V	
Dissipation par boîtier**		P_D	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V, RC = 17,5% 15 DEL éclairées par caractère, $V_B = 2{,}4$ V			0,78		W	5
Résistance thermique jonction CI - boîtier		$R\theta_{J\text{-}C}$				25		°C/W/dispos.	5

Caractéristiques optiques

HDSP-2300 ROUGE STANDARD

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse crête par DEL (4, 8) (moyenne par caractère)	I_{vPEAK}	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_j = 25°C$ (6), $V_B = 2{,}4$ V	130	300		µcd	3
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			655		nm	
Longueur d'onde dominante (7)	λ_d			639		nm	

HDSP-2301 JAUNE

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse crête par DEL (4, 8) (moyenne par caractère)	I_{vPEAK}	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_j = 25°C$ (6), $V_B = 2{,}4$ V	650	1140		µcd	6
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			583		nm	
Longueur d'onde dominante (5, 7)	λ_d			585		nm	

HDSP-2302 ROUGE HAUT RENDEMENT

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse crête par DEL (4, 8) (moyenne par caractère)	I_{vPEAK}	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_j = 25°C$ (6), $V_B = 2{,}4$ V	650	1430		µcd	6
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			635		nm	
Longueur d'onde dominante (7)	λ_d			626		nm	

HDSP-2303 VERT HAUTES PERFORMANCES

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse crête par DEL (4, 8) (moyenne par caractère)	I_{vPEAK}	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_j = 25°C$ (6), $V_B = 2{,}4$ V	1280	2410		µcd	6
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			568		nm	
Longueur d'onde dominante (5, 7)	λ_d			574		nm	

* Toutes les valeurs typiques sont spécifiées pour $V_{CC} = 5$ V et $T_A = 25°C$, sauf spécifications contraires.
** Dissipation par boîtier avec 4 caractères éclairés.

Notes (suite) :

4. Les boîtiers sont repérés par intensités lumineuses à l'aide d'une lettre imprimée sous le boîtier.
5. La couleur des HDSP-2301 et -2303 est repérée par un chiffre sous le boîtier.

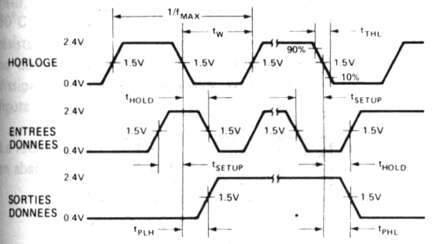
Notes (suite) :

6. T_i, température initiale du boîtier avant la mesure de lumière.
7. La longueur d'onde dominante, λ_d, est directement issue du diagramme chromatique du CIE et représente la longueur d'onde qui définit de façon précise la couleur.
8. La stérance lumineuse des DEL doit être calculée en utilisant la formule suivante :

$$L_v\ (cd/m^2) = I_v\ (Cd)/A\ (m)^2$$

$$L_v\ (FL) = \pi i_v\ (Cd)/A\ (f)^2$$

avec $A = 5{,}3 \times 10^{-8}\ m^2 = 5{,}8 \times 10^{-7}$ pied^2



Paramètre	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unité
Fréquence d'horloge max. f_{max}				3	MHz
Temps de propagation T_{PLH}, T_{PHL} entre horloge et sortie des données	C_L=15pF R_L=2,4kΩ			125	ns

FIGURE 1 — Caractéristiques de commutation ($T_A = -20°C$ à $+85°C$)

HDSP-2300

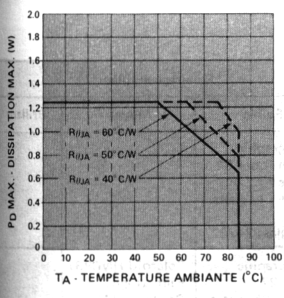


FIGURE 2 — Dissipation maximale en fonction de la température

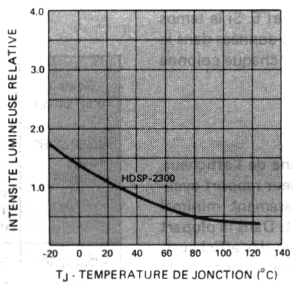


FIGURE 3 — Intensité lumineuse relative en fonction de la température

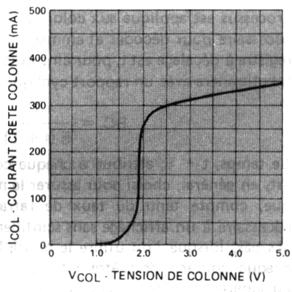


FIGURE 4 — Courant crête de colonne en fonction de la tension de colonne

HDSP-2301, -2302 et -2303

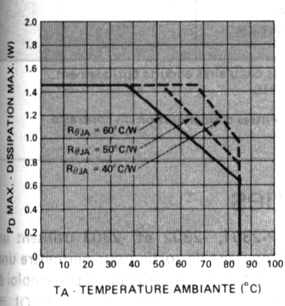


FIGURE 5 — Dissipation maximale en fonction de la température

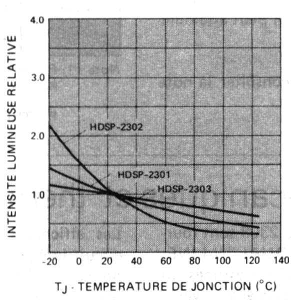


FIGURE 6 — Intensité lumineuse relative en fonction de la température

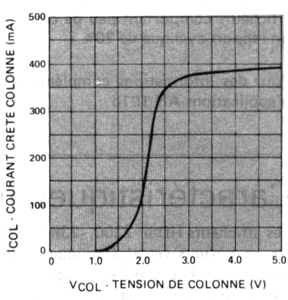


FIGURE 7 — Courant crête de colonne en fonction de la tension de colonne

Fonctionnement électrique

Les afficheurs à 4 caractères HDSP-230X ont été conçus pour être intégrés avec le maximum de souplesse aux équipements électroniques. Chaque afficheur à 4 caractères comporte une entrée et une sortie de données disposées de façon à faciliter l'interconnection sur une carte de circuits imprimés. La sortie des données correspond à la sortie du 7ème bit du registre à décalage du 4ème caractère de l'afficheur. La synchronisation du registre à décalage se fait sur le front descendant du signal d'horloge. Les colonnes de même ordre de chacun des caractères sont reliées à une même broche de sortie. La figure 8 donne le schéma de principe de ces afficheurs. Une donnée niveau haut vrai, issue du registre à décalage, permet le passage du courant dans l'étage pilote associé à chacune des lignes du réseau de 5x7 DEL.

L'entrée V_B compatible TTL peut être soit raccordée directement à l'entrée V_{CC} pour avoir une intensité lumineuse maximale, soit modulée en impulsion pour contrôler l'intensité lumineuse et réduire la consommation d'énergie.

Pour un système de commande normal correspondant aux données pour l'affichage du 4ème caractère, la colonne 1 est chargée dans les sept premiers emplacements du registre à décalage de l'afficheur. Les données, colonne 1, des caractères 3, 2 et 1, sont chargées dans le registre à décalage de l'afficheur. L'entrée correspondant à la colonne 1 est alors validée pendant un certain temps T. Le même processus est appliqué aux colonnes 2, 3, 4 et 5. Si le temps nécessaire pour décoder et emmagasiner les données dans le registre à décalage est t, pour cinq colonnes, chaque colonne fonctionnera avec un rapport cyclique :

$$RC = \frac{T}{5\,(t+T)}$$

Le temps, t + T, attribué à chaque colonne de l'afficheur, est, en général, choisi pour assurer le meilleur rapport cyclique, compte tenu du taux de rafraîchissement minimal nécessaire à un affichage sans scintillement. Dans la plupart des cas, lorsque l'on utilise le multiplexage des afficheurs, chaque colonne doit être rafraîchie à une cadence égale ou supérieure à 100 fois par seconde.

Pour cinq colonnes adressées, le taux de rafraîchissement donne la valeur suivante à t + T :

$$\frac{1}{5 \times 100} = 2\ \text{ms}$$

Si le système travaille avec une fréquence d'horloge de 3 MHz max., il est possible de maintenir $t \ll T$. Pour des afficheurs comportant peu de caractères, on peut atteindre un rapport cyclique de 20%.

Pour des informations complémentaires, consulter la note d'applications AN 1016.

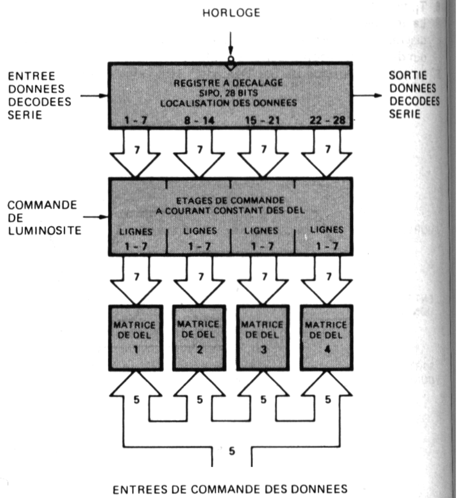


FIGURE 8 — Diagramme des afficheurs HDSP-2300, -2301, -2302 et -2303

Couleur d'affichage	Eclairage ambiant		
	Faible	**Moyen**	**Brillant**
HDSP-2300 Rouge standard	Panelgraphic Rouge foncé 63 Rouge rubis 60 Rouge Chequers 118 Plexiglass 2423		
HDSP-2301 (Jaune)	Panelgraphic Jaune 27 Ambre Chequers 107	Polaroïd HNCP37 Film «Light Control» 3 M Panelgraphic Gris 10	
HDSP-2302 (RHR)	Panelgraphic Rouge rubis 60 Rouge Chequers 112	Gris Chequers 105	Note 1
HDSP-2303 (Vert HP)	Panelgraphic Vert 48 Vert Chequers 107		

Note : 1. Filtres polarisés circulaires enduits optiquement, Polaroid HNCP10.

FILTRE 9 — Filtres d'amélioration du contraste

Caractéristiques mécaniques et thermiques

Les afficheurs HDSP-2300, -2301, -2302 et -2303 sont fournis en boîtiers verre/céramique à sorties DUAL-IN-LINE. Ils peuvent être soudés sur carte de circuits imprimés ou montés sur support de circuits intégrés et être alignés verticalement ou horizontalement pour réaliser des combinaisons quelconques de caractères.

Les afficheurs HDSP-2301, -2302 et -2303 utilisent un circuit intégré à fort courant de sortie pour permettre une bonne lisibilité sous fort éclairage ambiant. Leur emploi à pleine puissance (V_{CC} = 5,25 V, V_B = 2,4 V, V_{COL} = 3,5 V) dans le cas où la résistance thermique jonction circuit intégré-ambiance atteint 60°C/W/afficheur est possible

jusqu'à une température ambiante de 37°C. Au-dessus, la dissipation maximale du dispositif doit être réduite linéairement de 16,7 mW/°C (voir figure 5). En améliorant le système de dissipation thermique, il est possible de travailler à de plus fortes températures sans réduire la puissance.

Le HDSP-2300 est commandé par un circuit intégré de moindre puissance, qui fournit cependant un courant suffisant pour que l'affichage soit bien visible sous un éclairage intérieur. Son emploi à pleine puissance est possible jusqu'à 50°C (V_{CC} = 5,25 V, V_B = 2,4 V, V_{COL} = 3,5 V) si la résistance thermique totale jonction circuit intégré-ambiance ne dépasse pas 60°C/W/afficheur. Au-dessus de 50°C, la dissipation doit être réduite de 16,7 mW/°C/afficheur (voir figure 2).

La réduction de puissance s'obtient de plusieurs manières : en abaissant la tension d'alimentation jusqu'à la valeur minimale de 4,75 V, en réduisant à 2,6 V pour le HDSP-2300 et à 2,75 V, pour les HDSP-2301, -2302 et -2303, la tension d'entrée colonnes V_{COL} ou encore en jouant sur la largeur des impulsions de commande de V_B.

Les afficheurs de la série HDSP-2300 possèdent une lentille de verre intégrée incolore. Il peut être intéressant d'ajouter des filtres additionnels dans certaines utilisations. Certains filtres recommandés sont indiqués à la figure 9. D'autres informations relatives à l'amélioration des contrastes et du filtrage sont données dans la note d'applications HP 1015.

Le nettoyage des broches après soudure peut se faire à l'eau, au mélange Fréon-alcool préconisé pour le nettoyage à la vapeur (2 mn max. à la vapeur, au point d'ébullition) ou un mélange Fréon-alcool pour nettoyage à la température ambiante. Solvants préconisés : Fréon TF, Fréon TE, Genesolv DI-15, Genesolv DE-15 et l'eau.

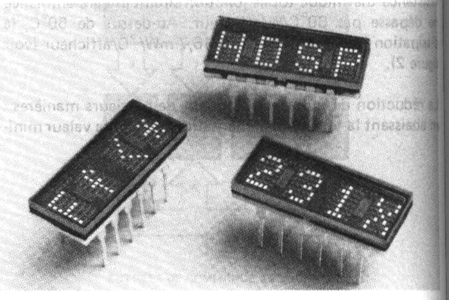
AFFICHEURS ALPHANUMÉRIQUES HERMÉTIQUES 5×7 de 5 mm A PLAGE DE TEMPÉRATURE ÉTENDUE

ROUGE STANDARD	HDSP-2310/2310TXV/2310TXVB
JAUNE	HDSP-2311/2311TXV/2311TXVB
ROUGE HAUT RENDEMENT	HDSP-2312/2312TXV/2312TXVB

FICHE TECHNIQUE, JANVIER 1984

Caractéristiques

- **LARGE PLAGE DE TEMPÉRATURE DE FONCTIONNEMENT −55 A +85°C**
- **HERMÉTICITÉ GARANTIE**
- **CONFORME AU NIVEAU A DE LA NORME MIL-D-87157**
- **CHOIX DE TROIS COULEURS**
  rouge standard
  rouge haut rendement
  jaune
- **CLASSEMENT PAR INTENSITÉ LUMINEUSE**
- **AFFICHEURS JAUNES CLASSÉS EN FONCTION DE LA COULEUR**
- **REGISTRES A DÉCALAGE INTÉGRÉS AVEC ÉTAGES PILOTES RÉGULÉS EN COURANT**
- **AFFICHAGE PAR MATRICE DE DEL 5×7 CODE ASCII COMPLET**
- **GRAND ANGLE DE VISION**
- **BOITIERS ALIGNABLES**
- **COMPATIBLES TTL**



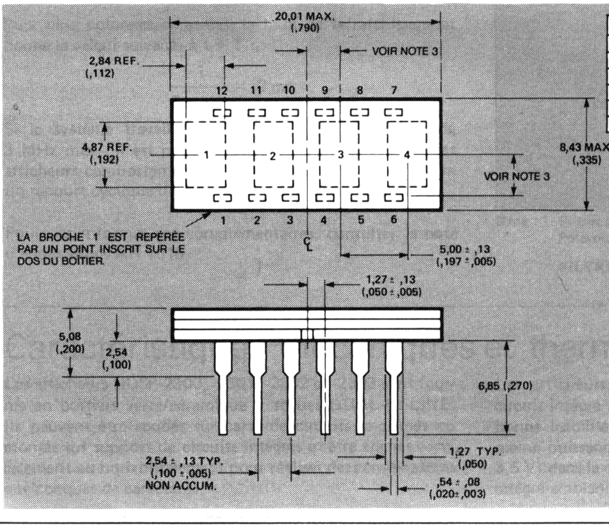
Applications

- **ÉQUIPEMENT MILITAIRE**
- **AVIONIQUE**
- **ÉQUIPEMENT INDUSTRIEL HAUTE FIABILITÉ**

Description

Les afficheurs de la série HDSP-2310 de 5 mm de hauteur sont constitués par une matrice de DEL 5×7 permettant un affichage alphanumérique. Ils sont disponibles en rouge standard, jaune et rouge haut rendement. Chaque ensemble de quatre caractères se présente sous forme d'un boîtier en verre/céramique hermétique dual-in-line à 12 broches. Un registre à décalage à 7 bits SIPO (entrée série- sorties parallèles) associé à chaque caractère commande les étages pilotes à courant constant des rangées de DEL. L'affichage complet d'un caractère est réalisé par multiplexage extérieur de chaque colonne.

Dimensions

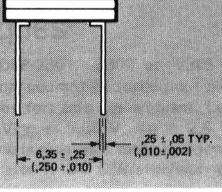


BROCHE	FONCTION	BROCHE	FONCTION
1	COLONNE 1	7	SORT. DES DONN.
2	COLONNE 2	8	V_B
3	COLONNE 3	9	V_{CC}
4	COLONNE 4	10	HORLOGE
5	COLONNE 5	11	MASSE
6	CONNEXION INT.*	12	ENT. DES DONN.

* Ne pas connecter et ne pas utiliser.

NOTES :

1. LES DIMENSIONS SONT EN mm (pouces).
2. SAUF INDICATION CONTRAIRE, LES TOLÉRANCES DE TOUTES LES DIMENSIONS SONT ± 0,38 mm (± 0,015")
3. LES CARACTÈRES SONT CENTRÉS ENTRE LES BROCHES A ± 0,13 mm PRÈS.
4. LE MATÉRIAU CONDUCTEUR EST DE L'ALLIAGE CUIVRE PLAQUÉ OR.



Valeurs limites absolues (HDSP-2310/-2311/-2312)

Tension d'alimentation V_{CC} .... −0,5 V à 6,0 V
Entrées, sortie des données et V_B .... −0,5 V à V_{CC}
Tension d'entrée des colonnes, V_{COL} .... −0,5 à +6,0 V
Température de travail à l'air libre, T_A[1, 2] .... −55°C +85°C
Température de stockage, Ts .... −65 à +125°C
Dissipation maximale admissible par boîtier à T_A[1, 2, 3] = 25°C .... 1,46 watts
Température maximale de soudage, 1,59 mm en dessous du plan d'assise, t < 5s .... 260°C

Conditions de fonctionnement recommandées (HDSP-2310/-2311/-2312)

Paramètre	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité	Fig.
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,75	5	5,25	V	
Courant de sortie des données, état bas	I_{OL}			1,6	mA	
Courant de sortie des données, état haut	I_{OH}			-0,5	mA	
Tension d'entrée des colonnes, colonnes en HDSP-2310	V_{COL}	2,4		3,5	V	4
Tension d'entrée des colonnes, colonnes en HDSP-2311/2312	V_{COL}	2,75		3,5	V	4
Temps d'établissement	T_{setup}	70	45		ns	1
Temps de maintien	t_{hold}	30	0		ns	1
Largeur de l'impulsion d'horloge	$t_{w(clock)}$	75			ns	1
Fréquence de l'horloge	f_{clock}	0		3	MHz	1
Transition de l'horloge	t_{THL}			200	ns	1
Température de fonctionnement à l'air libre[1, 2]	T_A	-55		85	°C	

Caractéristiques électriques sur la bande de température de fonctionnement

(sauf spécifications contraires).

Description		Symbole	Conditions de mesure		Min.	Type*	Max.	Unité	Fig.
Courant d'alimentation		I_{CC}	V_{CC} = 5,25 V V_{clock} = V_{data} = 2,4 V Tous étages SR=1, logique	V_B = 0,4 V		45	60	mA	
				V_B = 2,4 V		73	95	mA	
Courant des colonnes pour toutes colonnes		I_{COL}	V_{CC} = 5,25 V V_{COL} = 3,5 V Tous étages SR = 1 logique	V_B = 0,4 V			500	µA	4
Courant des colonnes pour toutes colonnes		I_{COL}		V_B = 2,4 V		380	520	mA	
V_B, seuil haut de l'horl. ou de l'ent. des don.		V_{IH}	V_{CC} = 4,75 V		2			V	
V_B, seuil bas de l'entrée des données		V_{IL}					0,8	V	
Seuil bas de l'entrée horloge		V_{IL}					0,6	V	
Courant d'entrée, 1 logique	V_B, horloge	I_{IH}	V_{CC} = 5,25 V, V_{IH} = 2,4 V			20	80	µA	
	Ent. des don.	I_{IH}				10	40	µA	
Courant d'entrée, 0 logique	V_B, horloge	I_{IL}	V_{CC} = 5,25 V, V_{IL} = 0,4 V			-500	-800	µA	
	Ent. des don.	I_{IL}				-250	-400	µA	
Tension de sortie des données		V_{OH}	V_{CC} = 4,75 V, I_{OH} = -0,5mA, I_{COL} = 0 mA		2,4	3,4		V	
		V_{OL}	V_{CC} = 4,75 V ; I_{OH} = 1,6 mA ; 1_{COL} = 0 mA			0,2	0,4	V	
Dissipation thermique par boitier**		P_D	V_{CC} = 5,0 V, V_{COL} = 3,5 V, 17,5 % DF 15 DEL en fonction par caractère, V_B = 2,4 V			0,78		W	2
Circuit intégré de résistance thermique Jonction à boîtier		RθJ-C				25		°C/W/ dispositif	2
Taux de fuite							$5x10^{8}$	cc/sec	

* Sauf spécifications contraires toutes les valeurs typiques sont spécifiées pour V_{cc} = 5,0 V et T_A = 25°C.
** Dissipation thermique par boîtier avec 4 caractères allumés.

Notes :

1. Le fonctionnement au-dessus de 85°C est possible à condition que la température de jonction, T_J, ne dépasse pas 125°C.
2. La puissance dissipée devra être réduite linéairement de 16,7 mW/°C au-dessus de 37°C. Cette réduction correspond à un dispositif monté sur un support ayant une résistance thermique de 35°C/W (voir figure 2).
3. La dissipation maximale admissible est calculée à partir de V_{cc} = 5,25 V, V_B = 2,4 V, V_{COL} = 3,5 V et 20 DEL allumées par caractère, et avec un rapport cyclique de 20 %.

Caractéristiques optiques

HDSP-2310, ROUGE STANDARD

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Type*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse de pointe par DEL[4,8] (Moyenne par caractère)	I_{VPEAK}	$V_{CC} = 5,0$ V ; $V_{COL} = 3,5$ V $T_I = 25°C$ [6], $V_B = 2,4$ V	220	370		µcd	3
Longueur d'onde de crête	λ PEAK			655		nm	
Longueur d'onde dominante[7]	λ d			639		nm	

HDSP-2311, JAUNE

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Type*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse de pointe par DEL[4,8] (Moyenne par caractère)	I_{VPEAK}	$V_{CC} = 5,0$ V ; $V_{COL} = 3,5$ V $T_I = 25°C$ [6], $V_B = 2,4$ V	650	1140		µcd	3
Longueur d'onde de crête	λ PEAK			583		nm	
Longueur d'onde dominante[5,7]	λ d			585		nm	

HDSP-2312, ROUGE HAUT RENDEMENT

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Type*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse de pointe par DEL[4,8] (Moyenne par caractère)	I_{VPEAK}	$V_{CC} = 5,0$ V ; $V_{COL} = 3,5$ V $T_I = 25°C$ [6], $V_B = 2,4$ V	650	1430		µcd	3
Longueur d'onde de crête	λ PEAK			635		nm	
Longueur d'onde dominante[7]	λ d			626		nm	

* Sauf spécifications contraires toutes les valeurs typiques sont spécifiées à $V_{cc} = 5,0$ V et $T_A = 25°C$.
** Dissipation thermique par boîtier avec quatre caractères allumés.

Notes :

4. Les caractères sont classés en fonction de leur intensité lumineuse, la catégorie d'intensité étant désignée par un code alphabétique inscrit en bas du boîtier.
5. Les HDSP-2311 sont classés en fonction des couleurs, la catégorie de couleur étant désignée par un code numérique inscrit en bas du boîtier.
6. L'intensité lumineuse est mesurée à $T_A = T_J = 25°C$. Aucune marge de temps n'est laissée au dispositif pour s'échauffer avant la mesure.
7. La longueur d'onde dominante λ d, provient du diagramme chromatique de la CIE et représente la seule longueur d'onde qui définit la couleur du dispositif.
8. La stérance lumineuse de la DEL peut être calculée au moyen des formules suivantes :
   L_v (cd/m²) = I_v (candela)/A(mètre)²
   L_v (footlamberts) = π i_v (candela)/A(foot)²
   $A = 5,3\times10^{-8}M^2 = 5,8\times10^{-7}(foot)^2$

Caractéristiques électriques

Les afficheurs à 4 caractères de la série HDSP-2310 ont été conçus pour être intégrés avec le maximum de souplesse aux équipements électroniques. Chaque dispositif à 4 caractères est disposé sous forme d'un registre à décalage entrées série-sorties parallèles à 28 bits (voir figure 5). Chaque afficheur à 4 caractères comporte une entrée et une sortie de données disposées pour faciliter les interconnexions sur une carte. La sortie des données représente la sortie du 7e bit du registre à décalage du 4e caractère de l'afficheur. Une donnée logique niveau haut issue du registre à décalage permet le passage du courant dans l'étage pilote associé à chacune des lignes du réseau 5×7 DEL.

L'entrée VB compatible TTL peut être soit raccordée directement à l'entrée V_{CC} pour avoir une intensité lumineuse maximale, soit modulée en impulsion pour contrôler l'intensité lumineuse et réduire la consommation d'énergie.

En fonctionnement normal, les données d'entrée pour le chiffre 4 de la colonne 1 sont mises dans les positions 1 à 7 des registres à décalage de la carte. Les données colonne 1 des chiffres 3,2 et 1 sont décodées de la même manière et déchargées dans le registre à décalage de l'afficheur. L'entrée correspondante à la colonne 1 est maintenant validée pendant un temps T. Le même processus est appliqué aux colonnes 2, 3, 4 et 5. Si le temps nécessaire pour décoder et emmagasiner les données dans le registre à décalage est t, pour 5 colonnes, chaque colonne fonctionnera avec un rapport cyclique de :

$$R.C. = \frac{T}{5\,(t+T)}$$

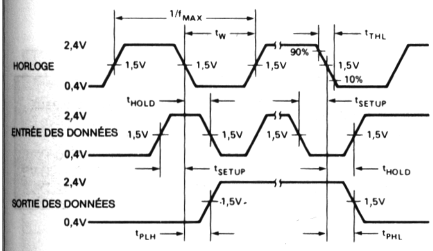
Le temps t + T attribué à chaque colonne de l'afficheur est généralement choisi pour assurer le meilleur rapport cyclique, compte tenu du taux de rafraîchissement minimal nécessaire à un affichage sans scintillement. Dans la plupart des cas, lorsqu'on utilise le multiplexage des afficheurs, chaque colonne de l'affichage doit être rafraîchie à une cadence égale ou supérieure à 100 fois par seconde.

Pour cinq colonnes adressées, le taux de rafraîchissement donne la valeur suivante à t + T :

$$1/[5 \times (100)] = 2 \text{ ms}$$

Si le système est utilisé avec une fréquence d'horloge maximale de 3 MHz, il est possible de maintenir t $\ll$ T. Pour des afficheurs comportant peu de caractères, on peut atteindre un rapport cyclique de 20 %.

Pour des informations supplémentaires, se reporter à la note d'applications 1016.



Paramètre	Conditions	Min.	Type	Max.	Unité
Fréquence de l'horloge				3	MHz
Retard de propagation entre l'horloge et la sortie des données	$C_l = 15pF$ $R_L = 2.4K\Omega$			125	ns

Figure 1. Caractéristiques de commutation des HDSP-2310/2311/2312 ($T_A = -55°C$ à $+85°C$).

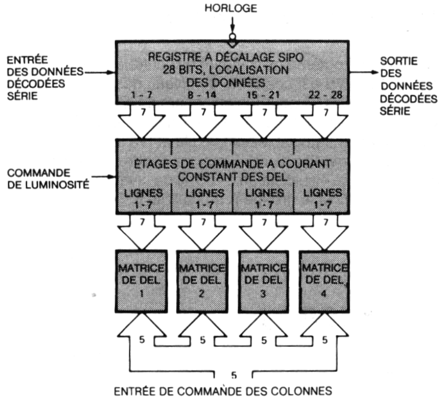


Figure 5. Synoptique des HDSP-2310/2311/2312.

Caractéristiques mécaniques et thermiques

Les afficheurs de la série HDSP-2310 sont fournis en boîtiers verre/céramique à sorties dual-in-line. Ils peuvent être soudés sur une carte imprimée ou montés sur un support de circuit intégré et être alignés verticalement ou horizontalement pour réaliser des combinaisons quelconques de caractères. Ces afficheurs utilisent un circuit intégré à fort courant de sortie pour permettre une bonne visibilité en présence d'un fort éclairage ambiant. Leur emploi en pleine puissance (V_{CC} = 5,25 V, V_B = 2,4 V, V_{COL} = 3,5 V) dans le cas où la résistance thermique entre la jonction du CI et l'ambiance atteint 60°C/W/dispositif, est possible jusqu'à une température ambiante de 37°C. Au-dessus de cette température, la dissipation maximale du dispositif doit être réduite linéairement de 16,7 mW/°C (voir figure 2). En améliorant le système de dissipation thermique, il est possible de travailler à des températures plus élevées, sans aucune diminution de la puissance.

La réduction de la puissance s'obtient de plusieurs manières. Il est possible d'abaisser la tension d'alimentation jusqu'à la valeur minimale de 4,75 V. La tension d'entrée colonnes, V_{COL}, peut également être ramenée aux valeurs minimales recommandées, c'est-à-dire 2,4 V pour les HDSP-2310 et 2,75 V pour les HDSP-2311-2312. De plus, le courant de commande moyen peut être diminué en modulant la largeur des impulsions de V_B.

Les afficheurs de la série HDSP-2310 possèdent une fenêtre en verre intégrée. Pour certaines applications il est souhaitable d'utiliser un filtre d'amélioration du contraste. La figure 6 indique une liste de filtres recommandés. Pour plus de détails sur l'amélioration du contraste et le filtrage, consulter la note d'applications 1015.

Le nettoyage des broches après soudure peut être fait à l'eau ou à l'aide des mélanges Fréon/alcool préconisés pour le nettoyage à la vapeur (2 mn maxi. à la vapeur au point d'ébullition) ou un mélange Fréon-alcool pour nettoyage à la température ambiante. Les solvants recommandés sont : Fréon TF, Fréon TE, Genesolv DI-15, Genesolv De-15 et l'eau.

Couleurs de l'afficheur	Eclairage ambiant		
	Faible	Moyen	Fort
HDSP-2310 Rouge standard	Panelgraphic Rouge foncé 63 Rouge rubis 60 Rge Chequers 118 Plexiglass 2423	Polaroid HNCP 37 Film "Light Control" 3M Panelgraphic Gris 10	
HDSP-2311 (jaune)	Panelgraphic Jaune 27 Ambre chequers 107	Gris Chequers 105	Polaroid HNCP 10
HDSP-2312 (rouge HR)	Panelgraphic Rouge rubis 60 Rge chequers 112		

Figure 6. Filtres d'amélioration du contraste

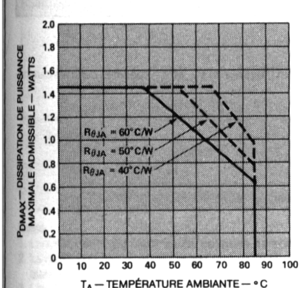


Figure 2. Dissipation de puissance maximale admissible en fonction de la température

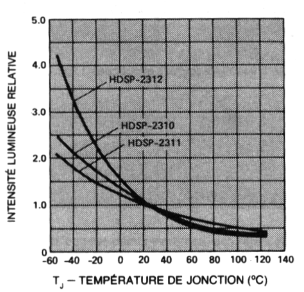


Figure 3. Intensité lumineuse relative en fonction de la température

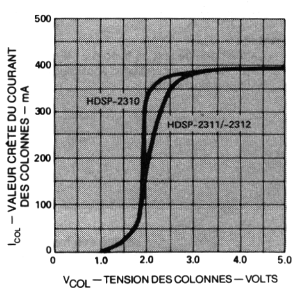


Figure 4. Courant crête des colonnes en fonction de la tension des colonnes

Contrôle de fiabilité

Il existe deux programmes standard de contrôle de fiabilité. Le programme TXVB est conforme au niveau de qualité A de la norme MIL-D-87157 pour les afficheurs à DEL hermétiques avec un test de visualisation à 100 %. Un produit TXVB est testé conformément aux tableaux I, II, IIIa et IVa. Le programme TXVB est une modification HP aux procédures standard qui fournit un test de visualisation à 100 % du niveau de qualité A pour le tableau I et le groupe A du tableau II.

Système de marquage des pièces

Produit standard	Avec tableaux I et II	Avec tableaux I, II IIIa, IVa
HDSP-2310 HDSP-2311 HDSP-2312	HDSP-2310 TXV HDSP-2311 TXV HDSP-2312 TXV	HDSP-2310 TXVB HDSP-2311 TXVB HDSP-2312 TXVB

Test à 100 %

Tableau I. Niveau de qualité A de la norme MIL-D-87157

Test	Méthode de la norme MIL-STD-750	Conditions
1. Examen visuel	—	Procédure HP 5956-7512-52
2. Stockage à haute température	1032	T_A = 125°C, Durée = 24 heures
3. Cyclage en température	1051	Condition B, 10 cycles, 15 minutes de repos
4. Accélération constante	2006	10.000 G suivant l'orientation Y
5. Fuite fine	1071	Condition H
6. Grosse fuite	1071	Condition C
7. Tests électriques/optiques intermédiaires(2)	—	I_{CC} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V), I_{COL} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V) I_{IH} (V_B, horloge et entrée des données) I_{IL} (V_B, horloge et entrée des données) I_{OH}, I_{OL}, fonction visuelle I_V et I_{VPEAK}. Les entrées V_{IH} et V_{IL} sont garanties par le test électronique du registre à décalage - T_A = 25°C
8. Déverminage	1015	Condition B à V_{CC} = V_B = 5,25 V, V_{COL} = 3,5 V, T_A = + 85°C, DEL éclairée : rapport cyclique = 5 % t = 168 heures 35 points éclairés
9. Test électrique final (3)	—	Comme 7
10. Détermination des Delta	—	Δ I_{CC} = ± 6 mA, ΔI_{IH} (horloge) = ± 10μA Δ I_{IH} (entrée données) = ± 10μA Δ I_{OH} = ± 10 % de la valeur initiale, et Δ I_V = − 20 %, T_A = 25°C
11. Examen visuel externe	2009	

Notes :
1. La méthode de test de la norme MIL-STD-883 s'applique
2. Les limites et les conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques. Les tests de I_{OH} et I_{OL} sont l'inverse de V_{OH} et V_{OL} spécifiés dans les caractéristiques électriques.

Tableau II. Tests électriques du groupe A - MIL-D-87157

Sous-groupe/Test	Paramètres	LTPD
Sous-groupe 1 Essais électriques en CC à 25°C [1]	I_{CC} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V), I_{COL} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V) I_{IH} (V_B, horloge et entrée des données), I_{IL} (V_B, horloge et entrée des données), I_{OH}, I_{OL}, fonction visuelle et I_{VPEAK}. Les entrées V_{IH} et V_{IL} sont garanties par le test électronique du registre à décalage	5
Sous-groupe 2 Essais électriques en CC à haute température[1]	Comme pour le sous-groupe 1, mais suppression de I_V et fontion visuelle, T_A = + 85°C	7
Sous-groupe 3 Essais électriques en CC à basse température[1]	Comme pour le sous-groupe 1, mais suppression de I_V et fonction visuelle T_A = -55°C	7
Les sous-groupes 4, 5 et 6 ne sont pas testés		
Sous-groupe 7 Tests optiques et fonctionnels à 25° C	Ceux du sous-groupe 1	5
Sous-groupe 8 Examen visuel externe		7

Notes :

1. Les limites et les conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques. Les tests de I_{OH} et I_{OL} sont l'inverse des spécifications figurant dans les caractéristiques électriques pour V_{OH} et V_{OL}

Tableau III.a. Groupe B, classes A et B de MIL-D-87157

Sous-groupe/test	Méthode de MIL-STD-750	Conditions	Taille de l'échantillon
Sous-groupe 1 Résistance aux solvants	1022		4 dispositifs/ 0 panne
Examen visuel, interne et mécanique	2014		1 dispositif/ 0 panne
Sous-groupe 2 [1,2] Soudabilité	2026	T_A = 260°C pendant 5 secondes	LTPD = 15
Sous-groupe 3 Choc thermique (cycle de température)	1051	Condit. B, 10 cycles, 15 minutes de repos	LTPD = 15
Résistance à l'humidité	1021		
Fuite fine	1071	Condition H	
Grosse fuite	1071	Condition C	
Points terminaux électriques et optiques[4]	—	I_{CC} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V) I_{COL} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V) I_{IH} (V_B, horloge et entrée des données), I_{IL} (V_B, horloge et entrée des données), I_{OH}, I_{OL} fonction visuelle et I_{VPEAK}. Les entrées V_{IH} et V_{IL} sont garanties par le test électronique du registre à décalage. T_A = 25°C	
Sous-groupe 4 Test de la durée de vie (340 heures)	1027	T_A = + 85°C à V_{CC} = VB = 5,25 V V_{COL} = 3,5 V, DEL éclairée : rapport cyclique = 5 % 35 points éclairés	LTPD = 10
Points terminaux électriques et optiques[4]	—	Comme sous-groupe 3	
Sous-groupe 5 Durée de vie en stockage Test (340 heures)	1032	T_A = + 125° C	LTPD = 10
Points terminaux électriques et optiques[4]	—	Comme sous-groupe 3	

Notes :

1. Lorsque des tests électriques/optiques ne sont pas nécessaires comme points extrêmes, des rejets électriques peuvent être utilisés.
2. La valeur de LTPD s'applique au nombre de conducteurs inspectés, mais on ne pourra en aucun cas utiliser moins de 3 affichages pour obtenir le nombre de conducteurs requis.
3. Les méthodes de test MIL-STD-883 s'appliquent
4. Les limites et les conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques. Les tests de I_{OH} et I_{OL} sont l'inverse des spécifications figurant dans les caractéristiques pour V_{OH} et V_{OL}.

Tableau IVa. Groupe C, classes A et B de MIL-D-87157

Sous-groupe/Test	Méthode de MIL-STD-750	Conditions	Taille de l'échantillon
Sous-groupe 1 Dimensions physiques	2066		2 dispositifs/ 0 panne
Sous-groupe 2 [2,7] Intégrité des conducteurs	2004	Condition B2	LTPD = 15
Fuite fine	1071	Condition H	
Grosse fuite	1071	Condition C	
Sous-groupe 3 Chocs	2016	1500 G, durée = 0,5 ms, 5 chocs dans chacune des orientations, X_1, Y_1, Y_2	LTPD = 15
Vibrations, fréquence variable	2056		
Accélération constante	2006	10.000 G suivant l'orientation Y_1	
Examen visuel externe[4]	1010/1011		
Points terminaux électriques et optiques[8]	—	I_{CC} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V) I_{COL} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V) I_{IH} (V_B, horloge et entrée des données) I_{IL} (V_B, horloge et entrée des données) I_{OH}, I_{OL}, fonction visuelle et I_{VPEAK}. Les entrées V_{IH} et V_{IL} sont garanties par le test électronique du registre à décalage. T_A = 25°C	
Sous-groupe 4[1,3] Atmosphère saline	1041		LTPD = 15
Examen visuel externe[4]	1010/1011		
Sous-groupe 5 Résistance des liaisons[5]	2037	Condition A	LTPD = 20 (C = 0)
Sous-groupe 6 Test de la durée de vie[6]	1026	T_A = + 85°C à V_{CC} = V_B = 5,25 V V_{COL} = 3,5 V	λ = 10
Points terminaux électriques et optiques[8]	—	Comme sous-groupe 3	

Notes :

1. Lorsque des tests électriques/optiques ne sont pas nécessaires comme points extrêmes, des rejets électriques peuvent être utilisés.
2. La valeur de LTPD s'applique au nombre de conducteurs inspectés, mais on ne pourra en aucun cas utiliser moins de 3 affichages pour obtenir le nombre de conducteurs requis.
3. Des échantillons de soudabilité ne seront pas utilisés.
4. Les exigences visuelles seront conformes aux spécifications de la méthode 1010 ou 1011 de la norme MIL-STD-883.
5. Les affichages peuvent être sélectionnés avant le scellement.
6. Si un lot déterminé à inspecter est soumis à l'inspection groupe B et a été sélectionné pour remplir les exigences d'inspection du groupe C, les tests de durée de vie de 340 heures peuvent être poursuivis jusqu'à 1000 heures pour satisfaire les exigences de test de durée de vie du groupe C. Dans ces cas, les mesures à 340 heures pourront être faites sur la base de l'acceptation d'un lot groupe B ou les mesures 1000 heures seront utilisées comme base pour l'acceptation en groupe B et en groupe C.
7. La méthode de test MIL-STD-883 s'applique
8. Les limites et les conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques. Les tests de I_{OH} et I_{OL} sont l'inverse des spécifications figurant dans les caractéristiques électriques pour V_{OH} et V_{OL}.

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

AFFICHEURS ALPHANUMÉRIQUES A 4 CARACTÈRES DE 6,9 mm A MATRICE DE DEL 5×7

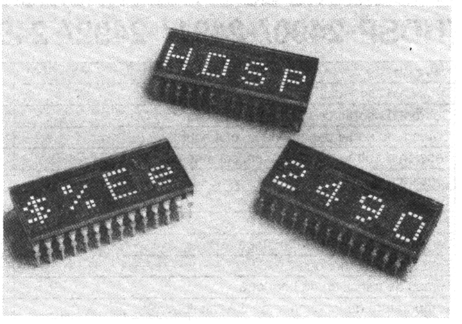
ROUGE STANDARD HDSP-2490
JAUNE HDSP-2491
ROUGE HAUT RENDEMENT HDSP-2492
VERT HAUTES PERFORMANCES HDSP-2493

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

Caractéristiques

- **QUATRE COULEURS**
  rouge standard
  jaune
  rouge haut rendement
  vert hautes performances
- **REGISTRES A DÉCALAGE INTÉGRÉS AVEC ÉTAGES PILOTES RÉGULÉS EN COURANT**
- **BOITIERS CÉRAMIQUE COMPACTS**
- **GRAND ANGLE DE VISION**
- **BOITIERS A 4 CARACTÈRES ALIGNABLES**
- **NOMBRE DE SORTIES RÉDUIT**
  12 broches doublées pour 4 caractères
- **COMPATIBLE TTL**
- **AFFICHAGE PAR MATRICE DE DEL 5×7, CODE ASCII COMPLET**
- **CLASSEMENT PAR INTENSITÉ LUMINEUSE**
- **AFFICHEURS HDSP-2491 ET -2493 REPÉRÉS PAR COULEUR**



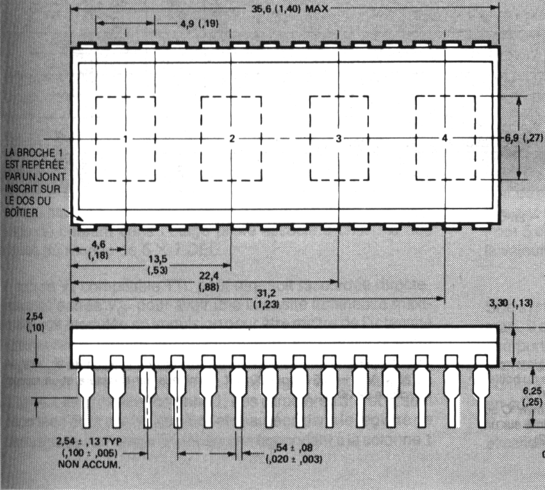
Applications

- **Instruments**
- **Eclairage de légendes par transparence**
- **Matériel de contrôle de processus industriel**
- **Appareils médicaux**

Description

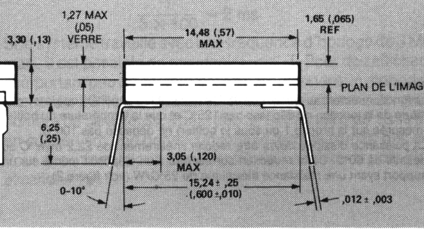
Les afficheurs à quatre caractères de 6,9 mm, HDSP-2490, -2491, -2492 et -2493 sont constitués de matrices de points 5 × 7 permettant un affichage alphanumérique. Ils sont disponibles en rouge standard, jaune, rouge haut rendement et vert hautes performances. Chaque ensemble de quatre caractères se présente sous forme d'un boîtier DUAL-IN-LINE à 28 broches. Un registre à décalage à 7 bits SIPO (entrées série - sorties parallèles) associé à chaque caractère commande les étages pilotes à courant constant des lignes de DEL. L'affichage complet d'un caractère est réalisé par multiplexage extérieur de chaque colonne.

Dimensions



BROCHE	FONCTION (1)	BROCHE	FONCTION
1	PAS DE CONNEX.	15	PAS DE CONNEX.
2	COLONNE 1	16	SORT. DES DONN.
3	COLONNE 1	17	SORT. DES DONN.
4	COLONNE 2	18	V_B
5	COLONNE 2	19	V_B
6	COLONNE 3	20	V_{CC}
7	COLONNE 3	21	V_{CC}
8	COLONNE 4	22	HORLOGE
9	COLONNE 4	23	HORLOGE
10	COLONNE 5	24	MASSE
11	COLONNE 5	25	MASSE
12	CONNEXION (2)	26	ENT. DES DONN.
13	CONNEXION (2)	27	ENT. DES DONN.
14	PAS DE CONNEX.	28	PAS DE CONNEX.

NOTES :
1. TOUTES LES BROCHES DE FONCTIONS UTILISABLES SONT REDONDANTES. LEUR RACCORDEMENT ELECTRIQUE PEUT ETRE FAIT SUR UNE DES BROCHES OU LES DEUX.
2. NE PAS CONNECTER ET NE PAS UTILISER.
3. DIMENSIONS EN mm (POUCES).
4. SAUF INDICATION CONTRAIRE, LA TOLÉRANCE DE TOUTES LES DIMENSIONS EST ± 0,38 mm.



Valeurs limites absolues (HDSP-2490/-2491/-2492/-2493)

Tension d'alimentation continue V_{CC} par rapport à la masse .... −0,5 V à +6 V
Entrées, sortie des données, V_B .... −0,5 V à V_{CC}
Tension d'entrée colonnes, V_{COL} .... −0,5 V à +6 V
Température de fonctionnement à l'air libre, T_A (2) .... −20°C à +85°C
Température de stockage, T_S .... −55°C à +100°C
Dissipation maximale admissible par boîtier à $T_A = 25°C$ (1, 2, 3) .... 1,46 W
Température maximale de soudage à 1,6 mm du plan de base avec $t < 5$ s .... 260°C

Conditions de fonctionnement recommandées (HDSP-2490/-2491/-2492/-2493)

Paramètre	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité	Fig.
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,75	5	5,25	V	
Courant de sortie des données, état bas	I_{OL}			1,6	mA	
Courant de sortie des données, état haut	I_{OH}			-0,5	mA	
Tension d'entrée des colonnes, colonne excitée HDSP-2490	V_{COL}	2,4		3,5	V	4
Tension d'entrée des col., col. excitée HDSP-2491/-2492/-2493	V_{COL}	2,75		3,5	V	4
Temps de pré-établissement	t_{setup}	70	45		ns	1
Temps de maintien	t_{hold}	30	0		ns	1
Largeur de l'impulsion d'horloge	$t_{w(clock)}$	75			ns	1
Fréquence de l'horloge	f_{clock}	0		3	MHz	1
Temps de transition de l'horloge	t_{THL}			200	ns	1
Température de fonctionnement à l'air libre[1,2]	T_A	−20		85	°C	2

Caractéristiques électriques sur la bande de température de fonctionnement

(sauf spécifications contraires)

Description		Symbole	Conditions de mesure		Min.	Type*	Max.	Unité	Fig.
Courant d'alimentation		I_{CC}	$V_{CC} = 5,25$ V, $V_{CLOCK} = V_{DATA} = 2,4$ V, Tous les étages SR = 1 logique	$V_B = 0,4$ V		45	60	mA	
				$V_B = 2,4$ V		73	95	mA	
Courant des colonnes pour toute entrée de colonne		I_{COL}	$V_{CC} = 5,25$ V, $V_{COL} = 3,5$ V, Tous étages SR = 1 logique	$V_B = 0,4$ V			500	µA	4
Cour. des col. pour toute entrée de col.		I_{COL}		$V_B = 2,4$ V		380	520	mA	
V_B, seuil haut de l'horl. ou de l'ent. des don.		V_{IH}	$V_{CC} = V_{COL} = 4,75$ V		2			V	
V_B, seuil bas de l'horl. ou de l'ent. des don.		V_{IL}					0,8	V	
Courant d'entrée 1 logique	V_B horloge	I_{IH}	$V_{CC} = 5,25$ V, $V_{IH} = 2,4$ V			20	80	µA	
	ent. don.	I_{IH}				10	40	µA	
Courant d'entrée 0 logique	V_B, horloge	I_{IL}	$V_{CC} = 5,25$ V, $V_{IL} = 0,4$ V			-500	-800	µA	
	ent. don.	I_{IL}				-250	-400	µA	
Tension de sortie des données		V_{OH}	$V_{CC} = 4,75$ V, $I_{OH} = -0,5$ mA, $I_{COL} = 0$ mA		2,4	3,4		V	
		V_{OL}	$V_{cc} = 4,75$ V, $I_{OH} = 1,6$ mA, $I_{COL} = 0$ mA			0,2	0,4	V	
Dissipation thermique par boitier**		P_D	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 3,5$ V, 17,5 % DF 15 DEL allumées par caractère, $V_B = 2,4$ V			0,78		W	2
Circuit intégré de résistance thermique jonction à boitier		$R\theta_{J-C}$				20		°C/W/ Dispositif	2

* Toutes les valeurs typiques sont spécifiées pour $V_{CC} = 5$ V et $T_A = 25°C$, sauf spécifications contraires.
** Dissipation par boîtier avec 4 caractères éclairés.

Notes :

1. Le fonctionnement au-dessus de 85°C est possible à condition que la température de la jonction ne dépasse pas 125°C et que la température du boîtier (mesurée sur la broche 1 ou sous le boîtier) ne dépasse pas 100°C.
2. La puissance dissipée devra être réduite linéairement de 22,2 mW/°C au dessus de 60°C. Cette réduction correspond à un dispositif monté sur un support ayant une résistance thermique de 25°C/W (voir figure 2).
3. La dissipation maximale possible est calculée en fonction de $V_{CC} = V_B = 5,25$ V, $V_{COL} = 3,5$ V pour 20 DEL illuminées par caractère et un rapport cyclique de 20 %.

Caractéristiques optiques

HDSP-2490, ROUGE STANDARD

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Type*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse de pointe par DEL[4,8] (Moyenne par caractère)	I_{VPEAK}	$V_{CC} = 5$ V ; $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_i = 25°C$ [6], $V_B = 2{,}4$ V	220	370		cd	3
Longueur d'onde de crête	λPEAK			655		nm	
Longueur d'onde dominante[7]	λd			639		nm	

HDSP-2491, JAUNE

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Type*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse de pointe par DEL[4,8] (Moyenne par caractère)	I_{VPEAK}	$V_{CC} = 5$ V ; $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_i = 25°C$ [6], $V_B = 2{,}4$ V	850	1400		µcd	3
Longueur d'onde de crête	λPEAK			583		nm	
Longueur d'onde dominante[5,7]	d			585		nm	

HDSP-2492, ROUGE HAUT RENDEMENT

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Type*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse de pointe par DEL[4,8] (Moyenne par caractère)	I_{VPEAK}	$V_{CC} = 5$ V ; $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_i = 25°C$ [6], $V_B = 2{,}4$ V	850	1530		µcd	3
Longueur d'onde de crête	λPEAK			635		nm	
Longueur d'onde dominante[7]	λd			626		nm	

HDSP-2493, VERT HAUTES PERFORMANCES

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Type*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse de pointe par DEL[4,8] (Moyenne par caractère)	I_{VPEAK}	$V_{CC} = 5$ V ; $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_i = 25°C$ [6], $V_B = 2{,}4$ V	1280	2410		µcd	3
Longueur d'onde de crête	λPEAK			568		nm	
Longueur d'onde dominante[7]	λd			574		nm	

* Toutes les valeurs typiques sont spécifiées pour $V_{CC} = 5$ V et $T_A = 25°C$, sauf spécifications contraires.
** Dissipation par boîtier avec 4 caractères éclairés.

NOTES (suite) :

4. Les boîtiers sont repérés par intensités lumineuses à l'aide d'une lettre imprimée sous le boîtier.
5. La couleur des HDSP-2491/-2493 est repérée par un chiffre sous le boîtier.
6. T_i, température initiale du boîtier avant la mesure de lumière.
7. La longueur d'onde dominante, λ_d, est directement issue du diagramme chromatique du CIE et représente la longueur d'onde qui définit de façon précise la couleur.
8. La stérance lumineuse des DEL doit être calculée en utilisant la formule suivante :
   L_V (Lux) = I_V (Cd)/A (m²)
   L_V (fL) = $\pi\, I_V$ (Cd)/A (pied²)
   avec A = 5,3 × 10^{-8} m² = 5,8 × 10^{-7} pied²

Caractéristiques électriques

Les afficheurs à 4 caractères série HDSP-2490 ont été conçus pour être intégrés avec le maximum de souplesse aux équipements électroniques. Chaque afficheur à 4 caractères comporte une entrée et une sortie de données disposées de telle façon qu'une fois le boîtier placé sur une carte de circuits imprimés, il soit facile d'interconnecter jusqu'à 80 caractères, commandés à partir d'un seul générateur de caractères. La sortie des données correspond à la sortie du 7ème bit du registre à décalage du 4ème caractère de l'afficheur. La synchronisation du registre à décalage se fait sur le front descendant du signal d'horloge. Les colonnes de même ordre de chacun des caractères sont reliées à une même broche de sortie. La figure 5 donne le schéma de principe de ces afficheurs. Une donnée niveau haut vrai, issue du registre à décalage, permet le passage du courant dans l'étage pilote associé à chacune des lignes du réseau de 5 × 7 DEL.

L'entrée V_B compatible TTL peut être soit raccordée directement à l'entrée V_{CC} pour avoir une intensité lumineuse maximale, soit modulée en impulsion pour être maître de l'intensité lumineuse et réduire la consommation. En fonctionnement normal, les données d'entrée pour le chiffre 4 de la colonne 1 sont mises dans les position 1 à 7 des registres à décalage de la carte. Les données, colonne 1, des caractères 3, 2 et 1, sont décodées de la même manière et chargées dans le registre de décalage de l'afficheur. L'entrée correspondant à la colonne 1 est alors validée pendant un certain temps T. Le même processus est appliqué aux colonnes 2, 3, 4 et 5. Si le temps nécessaire pour décoder et emmagasiner les données dans le registre à décalage est t, pour 5 colonnes, chaque colonne fonctionnera avec un rapport cyclique de :

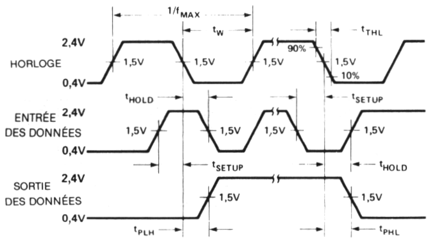
$$R.C. = \frac{T}{5\,(t+T)}$$

Le temps, t+T, attribué à chaque colonne de l'afficheur, est, en général, choisi pour assurer le meilleur rapport cyclique, compte tenu du taux de rafraîchissement minimal nécessaire à un affichage sans scintillement. Dans la plupart des cas, lorsque l'on utilise le multiplexage des afficheurs, chaque colonne doit être rafraîchie à une cadence égale ou supérieure à 100 fois par seconde.
Pour 5 colonne adressées, le taux de rafraîchissement donne la valeur suivante à t+T :

$$\frac{1}{5 \times 100} = 2 \text{ ms}$$

Si le système travaille avec une fréquence d'horloge de 3 MHz max., il est possible de maintenir $t \ll T$. Pour des afficheurs comportant peu de caractères, on peut atteindre un rapport cyclique de 20 %. Pour des afficheurs comprenant un grand nombre de caractères, il peut descendre à moins de 10 % tout en conservant une bonne luminosité dans la plupart des cas. Pour des informations plus complètes, consulter la note d'applications 1016.

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS



Paramètre	Conditions	Min.	Type	Max.	Unité
Fréquence de l'horloge				3	MHz
Temps de propagation entre l'horloge et la sortie des données	C_l = 15pF R_L = 2,4KΩ			125	ns

Figure 1. Caractéristiques de commutation des HDSP-2490/2491/2492/2493 (T_A = − 20°C à + 85°C).

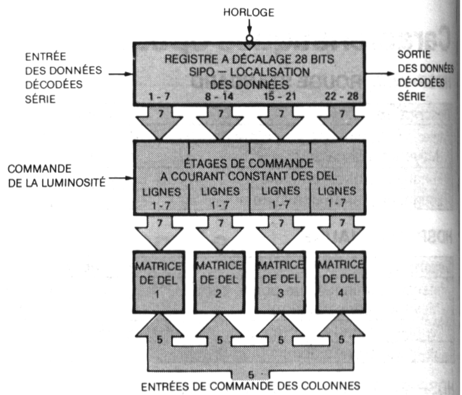


Figure 5. Synoptique des HDSP-2490/2491/2492/2493

Caractéristiques mécaniques et thermiques

Les afficheurs HDSP-2490, -2491, -2492 et -2493 sont fournis en boîtiers verre/céramique à sorties DUAL-IN-LINE. Ils peuvent être soudés sur carte de circuits imprimés ou montés sur support de circuits intégrés et être alignés verticalement ou horizontalement pour réaliser des combinaisons quelconques de caractères.

Les afficheurs HDSP-2490, -2491, -2492 et -2493 utilisent un circuit intégré à fort courant de sortie pour permettre une bonne lisibilité sous fort éclairage ambiant. Leur emploi à pleine puissance (V_{CC} = 5,25 V, V_B = 2,4 V, V_{COL} = 3,5 V) dans le cas où la résistance thermique jonction circuit intégré-ambiance atteint 45°C/W/afficheur est possible jusqu'à une température ambiante de 60°C. Au-dessus, la dissipation maximale du dispositif doit être réduite linéairement de 22,2 mW/oC (voir figure 2). En améliorant le système de dissipation thermique, il est possible de travailler à de plus fortes températures sans réduire la puissance.

La réduction de puissance s'obtient de plusieurs manières : en abaissant la tension d'alimentation jusqu'à la valeur minimale de 4,75 V, en réduisant à 2,6 V pour le HDSP-2490 et à 2,75 V pour les HDSP-2491, -2492 et -2493 la tension d'entrée colonnes V_{COL} ou encore en jouant sur la largeur des impulsions de commande de V_B.

Les afficheurs de la série HDSP-2490 possèdent une lentille de verre intégrée. Il peut être intéressant dans le cas de certaines applications, d'utiliser un filtre d'amélioration du contraste. La figure 6 indique une liste de filtres recommandés. Pour plus de détails sur l'amélioration du contraste et le filtrage, consulter la note d'applications 1015.

Le nettoyage des broches après soudure peut se faire à l'eau, au mélange Fréon-alcool préconisé pour le nettoyage à la vapeur (2 mn maxi. à la vapeur, au point d'ébullition) ou un mélange Fréon-alcool pour nettoyage à la température ambiante. Solvants préconisés : Fréon TF, Fréon TE, Genesolv DI-15, Genesolv De-15 et l'eau.

Couleur d'affichage	Eclairage ambiant		
	Faible	Moyen	Brillant
HDSP-2490 (Rouge std)	Panelgraphic Rouge foncé 63 Rouge rubis 60 Rge chequers 118 Plexiglass 2423		
HDSP-2491 (jaune)	Panelgraphic Jaune 27 Ambre chequers 107	Polaroid HNCP37 Film «Light Control» 3M Panelgraphic Gris 10 Gris chequers 105	Note 1
HDSP-2492 (Rouge HR)	Panelgraphic Rouge rubis 60 Rge chequers 112		
HDSP-2493 (vert HP)	Panelgraphic Vert 48 Vert chequers 107		

Figure 6. Filtres d'amélioration du contraste

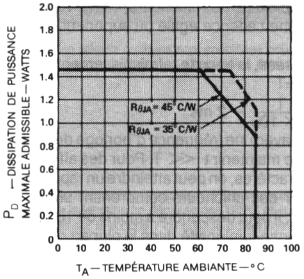


Figure 2. Dissipation de puissance maximale admissible en fonction de la température

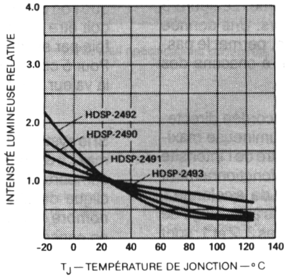


Figure 3. Intensité lumineuse relative en fonction de la température

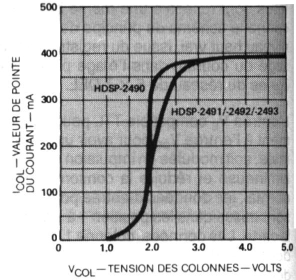


Figure 4. Courant de crête de colonne en fonction de la tension de colonne.

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

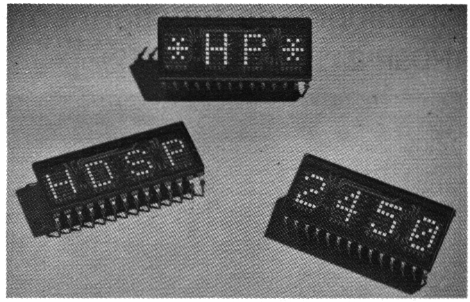
AFFICHEURS ALPHANUMÉRIQUES A 4 CARACTÈRES DE 6,9 mm A MATRICE DE DEL 5x7

ROUGE STANDARD • HDSP-2450/-2450TXV/-2450TXVB
JAUNE • HDSP-2451/-2451TXV/-2451TXVB
ROUGE HT RENDEMENT • HDSP-2452/-2452TXV/-2452TXVB

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- LARGE GAMME DE TEMPERATURES DE FONCTIONNEMENT : – 55°C A + 85°C
- HERMETICITE GARANTIE
- CAPABLE DE S'ADAPTER AU NIVEAU DE LA NORME MIL-D-87157
- QUATRE VERSIONS
  Rouge standard
  Rouge haut rendement
  Jaune
  Vert hautes performances
- CLASSEMENT PAR CATEGORIE LUMINEUSE
- AFFICHEUR JAUNE REPERE PAR COULEUR
- REGISTRES A DECALAGE INTEGRES AVEC ETAGES PILOTES REGULES EN COURANT
- AFFICHAGE PAR MATRICE DE 5x7 DEL, CODE ASCII COMPLET
- GRAND ANGLE DE VISION
- BOITIERS ALIGNABLES
- COMPATIBLES TTL



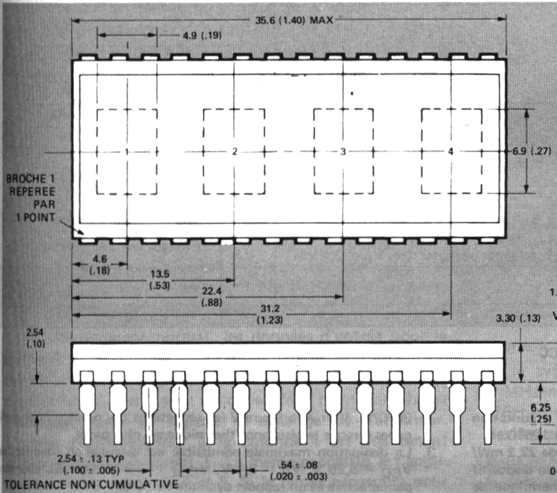
Applications

- EQUIPEMENT MILITAIRE
- AVIONIQUE
- EQUIPEMENT INDUSTRIEL HAUTE FIABILITE

Description

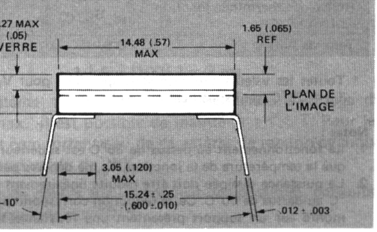
Les afficheurs à 4 caractères de 6,9 mm HDSP-2450 sont constitués de matrices de points 5x7 permettant un affichage alphanumérique. Ils existent en rouge standard, jaune, rouge haut rendement et vert hautes performances. Chaque ensemble de 4 caractères se présente sous forme d'un boîtier hermétique dual-in-line à 28 broches en céramique scellées. Un registre à décalage à 7 bits SIPO (entrées série-sortie parallèle) associé à chaque caractère commande les étages pilotes à courant constant des lignes de DEL. L'affichage complet d'un caractère est réalisé par multiplexage extérieur de chaque colonne.

Dimensions



BROCHE	FONCTION (1)	BROCHE	FONCTION
1	PAS DE CONNEXION	15	PAS DE CONNEXION
2	COLONNE 1	16	SORTIE DONNEES
3	COLONNE 1	17	SORTIE DONNEES
4	COLONNE 2	18	V_B
5	COLONNE 2	19	V_B
6	COLONNE 3	20	V_{CC}
7	COLONNE 3	21	V_{CC}
8	COLONNE 4	22	HORLOGE
9	COLONNE 4	23	HORLOGE
10	COLONNE 5	24	MASSE
11	COLONNE 5	25	MASSE
12	CONNEXION INTERNE (2)	26	ENTREE DONNEES
13	CONNEXION INTERNE (2)	27	ENTREE DONNEES
14	PAS DE CONNEXION	28	PAS DE CONNEXION

NOTES :
1. TOUTES LES FONCTIONS ONT LEUR BROCHE DOUBLEE.
2. NE PAS UTILISER
3. DIMENSIONS EN MILLIMETRES ET (POUCES)
4. SAUF SPECIFICATION CONTRAIRE, TOUTES LES DIMENSIONS SONT DONNEES A ± 0,38 mm.
5. LES CONDUCTEURS SONT EN ALLIAGE DE CUIVRE PLAQUE OR.



Valeurs limites absolues (HDSP-2450/-2451/-2452)

Tension d'alimentation continue, V_{CC},
par rapport à la masse . . . . – 0,5 V à 6 V
Entrées, sortie des données, V_B . . . . – 0,5 V à V_{CC}
Tension d'entrée colonnes, V_{COL} . . . . – 0,5 V à 6 V
Température ambiante de fonctionnement
à l'air libre, T_A (1, 2) . . . . – 55°C à + 85°C

Température de stockage, T_S . . . . – 65°C à + 125°C
Dissipation maximale admissible par
boîtier à T_A = 25°C (1, 2, 3) . . . . 1,46 W
Température maximale de soudage
à 1,6 mm du plan de base t < 5 s . . . . 260°C

Conditions de fonctionnement recommandées (HDSP-2450/-2451/-2452)

Paramètre	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité	Fig.
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,75	5	5,25	V	
Courant de sortie des données, état bas	I_{OL}			1,6	mA	
Courant de sortie des données, état haut	I_{OH}			– 0,5	mA	
Tension d'entrée colonne, colonne excitée HDSP-2450	V_{COL}	2,4		3,5	V	4
Tension d'entrée colonne, colonne excitée HDSP-2451/-2452/-2453	V_{COL}	2,75		3,5	V	4
Temps d'établissement	t_{setup}	70	45		ns	1
Temps de maintien	t_{hold}	30	0		ns	1
Largeur des impulsions d'horloge	$t_{w(Clock)}$	75			ns	1
Fréquence de l'horloge	f_{clock}	0		3	MHz	1
Temps de transition de l'horloge	t_{THL}			200	ns	1
Température de fonctionnement à l'air libre (1, 2)	T_A	– 55		85	°C	

Caractéristiques électriques pour T_A entre -20 et +70°C

(sauf spécifications contraires)

Description		Symbole	Conditions de mesure		Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Courant d'alimentation		I_{CC}	V_{CC} = 5,25 V V_{CLOCK} = V_{DATA} = 2,4 V Tous registres à décalage = 1 logique	V_B = 0,4 V		45	60	mA	
				V_B = 2,4 V		73	95	mA	
Courant de colonne, entrée de n'importe quelle colonne		I_{COL}	V_{CC} = 5,25 V V_{COL} = 3,5 V	V_B = 0,4 V			500	μA	4
Courant de colonne, entrée de n'importe quelle colonne		I_{COL}	Tous registres à décalage = 1 logique	V_B = 2,4 V		380	520	mA	
V_B, seuil niveau haut horloge ou entrée données		V_{IH}	V_{CC} = 4,75 V		2			V	
V_B, seuil niveau bas entrée données		V_{IL}					0,8	V	
Seuil niveau bas entrée horloge		V_{IL}					0,6	V	
Courant d'entrée niveau logique 1	V_B, horloge	I_{IH}	V_{CC} = 5,25 V, V_{IH} = 2,4 V			20	80	μA	
	Entrée données	I_{IH}				10	40	μA	
Courant d'entrée niveau logique 0	V_B, horloge	I_{IL}	V_{CC} = 5,25 V, V_{IL} = 0,4 V			– 500	– 800	μA	
	Entrée données	I_{IL}				– 250	– 400	μA	
Tension de sortie des données		V_{OH}	V_{CC} = 4,75 V, I_{OH} = –0,5 mA, I_{COL} = 0 mA		2,4	3,4		V	
		V_{OL}	V_{CC} = 4,75 V, I_{OL} = 1,6 mA, I_{COL} = 0 mA			0,2	0,4	V	
Dissipation par boîtier**		P_D	V_{CC} = 5, V, V_{COL} = 3,5 V, 17,5% RC, 15 DEL éclairées par caractère, V_B = 2,4 V			0,78		W	2
Résistance thermique jonction CI-boîtier		$R\theta_{J-C}$				20		°C/W/ Dispositif	2
Taux de fuite							5×10^{-8}	cc/s	

* Toutes les valeurs typiques sont spécifiées pour V_{CC} = 5 V et T_A = 25°C (sauf spécifications contraires).

** Dissipation par boîtier avec 4 caractères allumés.

Notes :

1. Le fonctionnement au-dessus de 85°C est supérieur à condition que la température de la jonction, T_J, ne dépasse pas 125°C.
2. La puissance dissipée doit être réduite linéairement de 22,2 mW/°C au-dessus de 60°C. Cette réduction correspond à un dispositif monté sur un support présentant une résistance thermique de 25°C/W. Voir à la figure 2 les réductions qui doivent être appliquées lorsque la résistance thermique est plus basse.
3. La dissipation maximale admissible est calculée en fonction de V_{CC} = 5,25 V, V_B = 2,4 V, V_{COL} = 3,5 V, 20 DEL allumées par caractère et un rapport cyclique de 20%.

Caractéristiques optiques (suite)

ROUGE STANDARD HDSP-2450

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse crête par DEL (4, 8) (moyenne par caractère)	I_{vPeak}	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_j = 25°C$ (6), $V_B = 2{,}4$ V	220	370		µcd	3
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			655		nm	
Longueur d'onde dominante (7)	λ_d			639		nm	

JAUNE HDSP-2451

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse crête par DEL (4, 8) (moyenne par caractère)	I_{vPeak}	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_j = 25°C$ (6), $V_B = 2{,}4$ V	850	1400		µcd	3
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			583		nm	
Longueur d'onde dominante (5, 7)	λ_d			585		nm	

ROUGE HAUT RENDEMENT HDSP-2452

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Fig.
Intensité lumineuse crête par DEL (4, 8) (moyenne par caractère)	I_{vPeak}	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_j = 25°C$ (6), $V_B = 2{,}4$ V	850	1530		µcd	3
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			635		nm	
Longueur d'onde dominante (7)	λ_d			626		nm	

* Toutes les valeurs typiques sont spécifiées pour $V_{CC} = 5$ V et $T_A = 25°C$, sauf spécifications contraires.

** Dissipation par boîtier avec 4 caractères éclairés.

Notes :

4. Les caractères sont repérés par catégories lumineuses, la catégorie étant indiquée par une lettre imprimée sur le boîtier.
5. La couleur des HDSP-2451 est repérée par un chiffre inscrit sous le boîtier.
6. L'intensité lumineuse est mesurée à $T_A = T_J = 25°C$. Aucune marge de temps n'est laissée au dispositif pour s'échauffer avant la mesure.
7. La longueur d'onde dominante, λ_d, est directement issue du diagramme chromatique du CIE et représente la longueur d'onde définissant la couleur du dispositif.
8. La stérance lumineuse des DEL peut être calculée à l'aide de la formule suivante :
   L_v (cd/m²) $= I_v$ (Candela)/A (mètre)²
   L_v (fL) $= \pi I_v$ (Candela)/A (pied)²
   $A = 5{,}3 \times 10^{-8}$ m² $= 5{,}8 \times 10^{-7}$ pied²

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Les afficheurs à 4 caractères de la série HDSP-2450 ont été conçus pour être intégrés avec le maximum de souplesse aux équipements électroniques. Chaque afficheur à 4 caractères comporte une entrée et une sortie de données disposées pour faciliter les interconnexions sur une carte. La sortie des données représente la sortie du 7ème bit du registre à décalage du 4ème caractère de l'afficheur. La synchronisation du registre à décalage se fait sur le front descendant du signal d'horloge. Les colonnes de même ordre de chacun des caractères sont reliées à une même broche. La figure 5 donne le schéma de principe de ces afficheurs. Une donnée niveau 0, issue du registre à décalage, permet le passage du courant dans l'étage pilote associé à chacune des lignes du réseau de 5x7 DEL.

L'entrée V_B compatible TTL peut être soit connectée directement à V_{CC} pour maximiser l'intensité lumineuse, soit modulée en impulsions pour contrôler l'intensité lumineuse et réduire la consommation d'énergie.

En fonctionnement normal, les données d'entrée pour le chiffre 4 de la colonne 1 sont mises dans les positions 1 à 7 des registres à décalage de la carte. Les données colonne 1 des chiffres 3, 2 et 1 sont décodées de la même manière et déchargées dans le registre à décalage de l'afficheur. L'entrée correspondant à la colonne 1 est maintenant validée pendant un temps T. Le même processus est appliqué aux colonnes 2, 3, 4 et 5. Si le temps nécessaire pour décoder et emmagasiner les données dans le registre à décalage est t, pour 5 colonnes, chaque colonne fonctionnera avec un rapport cyclique de :

$$\text{D.F. (Rapport cyclique)} = \frac{T}{5\,(t + T)}$$

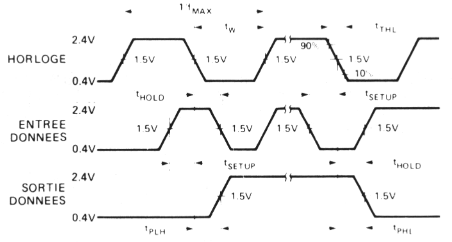
Le temps t + T, attribué à chaque colonne de l'afficheur est généralement choisi pour assurer le meilleur rapport cyclique, compte tenu du taux de rafraîchissement minimal nécessaire à un affichage sans scintillement. Dans la plupart des cas, lorsqu'on utilise le multiplexage des afficheurs, chaque colonne de l'affichage doit être rafraîchie à une cadence égale ou supérieure à cent fois par seconde.

Pour 5 colonnes adressées, le taux de rafraîchissement donne la valeur suivante à t + T :

$$1/[\,5 \times (100)\,] = 2 \text{ ms}$$

Si le système travaille avec une fréquence d'horloge de 3 MHz max., il est possible de maintenir $t \ll T$. Pour les afficheurs comportant peu de caractères, le rapport cyclique devient alors voisin de 20%.

Pour plus de détails sur les applications possibles, consulter la note d'applications 1016.



Paramètre	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unité
Fréquence horloge				3	MHz
Temps de propagation entre horloge et sortie des données	$C_L = 15\ pF$ $R_L = 2{,}4\ k\Omega$			125	ns

FIGURE 1 — Caractéristiques de commutation des dispositifs HDSP-2450/-2451/-2452 ($T_A = -55°C$ à $+85°C$)

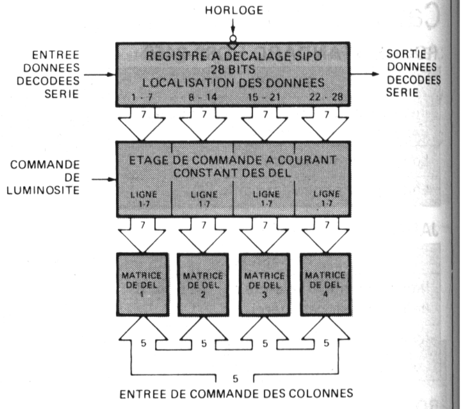


FIGURE 5 — Synoptique des afficheurs HDSP-2450/-2451/-2452

CARACTERISTIQUES MECANIQUES ET THERMIQUES

Les afficheurs de la série HDSP-2450 sont fournis en boîtiers verre/céramique à sorties dual-in-line. Ils peuvent être soudés sur une carte imprimée ou montés sur un support de circuit intégré et être alignés verticalement ou horizontalement pour réaliser des combinaisons quelconques de caractères. Les afficheurs série HDSP-2450 utilisent un circuit intégré à fort courant de sortie pour permettre une bonne visibilité en présence d'un éclairage ambiant fort. Leur utilisation à pleine puissance (V_{CC} = 5,5 V, V_B = 2,4 V, V_{COL} = 3,5 V), dans le cas où la résistance thermique entre la jonction du CI et l'ambiance atteint 45°C/W/afficheur, est possible jusqu'à une température ambiante de 60°C. Au-dessus de cette température, la dissipation maximale du dispositif doit être réduite linéairement de 22,2 mW/°C (voir la figure 2). En améliorant le système de dissipation thermique, il est possible de travailler à des températures plus élevées, sans aucune diminution de la puissance.

La réduction de la puissance s'obtient de plusieurs manières. Il est possible d'abaisser la tension d'alimentation jusqu'à la valeur minimale de 4,75 V. La tension d'entrée colonnes, V_{COL}, peut également être ramenée aux valeurs minimales recommandées, c'est-à-dire 2,4 V pour les HDSP-2450 et 2,75 V pour les HDSP-2451/-2452. De plus, le courant de commande moyen peut être diminué en modulant la largeur des impulsions de V_B.

Les afficheurs de la série HDSP-2450 possèdent une lentille de verre intégrée. Dans beaucoup d'applications d'affichage, il est souhaitable d'utiliser un filtre de renforcement du contraste. La figure 6 contient une liste de filtres recommandés. Pour plus de détails sur l'amélioration du contraste et le filtrage, consulter la note d'applications 1015.

Le nettoyage des broches après soudure peut être fait à l'eau ou à l'aide des mélanges Fréon/alcool préconisés pour le nettoyage à la vapeur, ou des mélanges Fréon/alcool pour le nettoyage à la température ambiante. Le procédé de nettoyage à la vapeur de Fréon/alcool est limité à 2 mn au maximum, au point d'ébullition. Les solvants recommandés sont : Fréon TF, Fréon TE, Genesolv DI-15, Genesolv DE-15 et l'eau.

Couleur de l'afficheur	Eclairage ambiant		
	Faible	Moyen	Fort
HDSP-2450 Rouge standard	Panelgraphic Rouge foncé 63 Rouge rubis 60 Rouge Chequers 118 Plexiglass 2423	Polaroid HNCP37 3M Light Control Film Panelgraphic Gray 10	
HDSP-2451 Jaune	Panelgraphic Jaune 27 Ambre Chequers 107	Gris Chequers 105	Polaroid HNCP10
HDSP-2452 Rouge haut rendement	Panelgraphic Rouge rubis 60 Rouge Chequers 112		

FIGURE 6 — Filtres d'amélioration du contraste

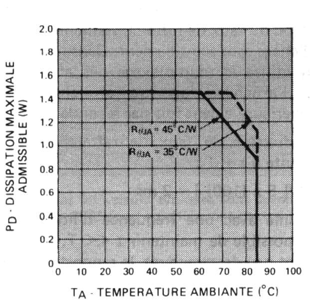


FIGURE 2 — Dissipation maximale admissible et température

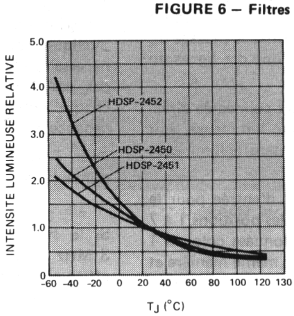


FIGURE 3 — Intensité lumineuse relative et température

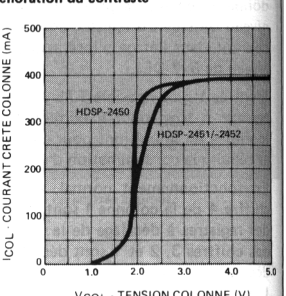


FIGURE 4 — Courant crête colonne et tension colonne

Contrôle de fiabilité

Il existe deux programmes standard de contrôle de la fiabilité. Le programme TXVB est conforme au niveau de qualité A de la norme MIL-D-87157 pour les afficheurs à DEL à boîtier scellé testés pour une visualisation à 100%. Un produit TXVB est testé en accord avec les tableaux I, II, IIIa et IVa. Le programme TXV est une modification HP du programme complet de conformité; il se compose d'un test de visualisation à 100% pour le niveau de qualité A, tableau I et pour le groupe A, tableau II.

REFERENCES

Produit standard	Avec les tableaux I et II	Avec les tableaux II, IIIa, IVa
HDSP-2450	HDSP-2450TXV	HDSP-2450TXVB
HDSP-2451	HDSP-2451TXV	HDSP-2451TXVB
HDSP-2452	HDSP-2452TXV	HDSP-2452TXVB

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

Tests à 100%

TABLEAU I
NIVEAU DE QUALITE A DE LA NORME MIL-D-87157

Examen ou Essai	Méthode	Conditions
1. Examen visuel interne	–	Procédure HP 5956-7512-52, établie à partir de la norme MIL-STD-883B
2. Stockage à haute température	MIL-STD-750 Méthode 1032	T_A = 125°C pendant 24 h
3. Cycle de température	MIL-STD-750 Méthode 1051	Condition B, 10 cycles
4. Accélération constante	MIL-STD-750 Méthode 2006	10 000 G et axe Y_1
5. Test de fuite fine	MIL-STD-750 Méthode 1071	Condition H
6. Test de grosse fuite	MIL-STD-750 Méthode 1071	Condition C
7. Essai électrique/optique intérimaire (2)	–	I_{CC} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V), I_{COL} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V) I_{IH} (V_B, entrée horloge et données), I_{IL} (V_B, entrée horloge et données), I_{OH}, I_{OL}, fonction visuelle et crête I_V. Les entrées V_{IH} et V_{IL} sont garanties par l'essai électronique du registre à décalage. T_A = 25°C.
8. Déverminage (1)	MIL-STD-883 Méthode 1015	Condition B à $V_{CC} = V_B$ = 5,25 V, V_{COL} = 3,5 V, T_A = + 85°C DEL éclairée - rapport cyclique = 5%, 35 points éclairés, t = 168 h
9. Essai électrique final (2)	–	Comme l'opération 7
10. Détermination des deltas	–	ΔI_{CC} = ± 6 mA, ΔI_{IH} (horloge) = ± 8 μA, ΔI_{IH} (entrée données) = ± 5 μA ΔI_{OH} = ± 50 μA et ΔI_V = – 20%, T_A = 25°C
11. Examen visuel du boîtier	MIL-STD-883 Méthode 2009	

Notes :
1. La méthode de test de la norme MIL-STD-883 s'applique.
2. Les limites et conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques. Les essais I_{OH} et I_{OL} sont l'inverse de V_{OH} et V_{OL}, spécifiés dans les caractéristiques électriques.

TABLEAU II
ESSAIS ELECTRIQUES GROUPE A – MIL-D-87157

Sous-groupe/Essai	Paramètres	LTPD
Sous-groupe 1 Essais électriques cc à 25°C (1)	I_{CC} (à V_B = 0,4 et 2,4 V), I_{COL} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V) I_{IH} (V_B, entrée horloge et données), I_{IL} (V_B, entrée horloge et données), I_{OH}, I_{OL}, fonction visuelle et crête I_V. Les entrées V_{IH} et V_{IL} sont garanties par l'essai du registre à décalage	5
Sous-groupe 2 Essais électriques cc à haute tempér. (1)	Comme le sous-groupe 1 mais en supprimant I_V et la fonction visuelle, T_A = + 85°C	7
Sous-groupe 3 Essais électriques cc à basse tempér. (1)	Comme le sous-groupe 1 mais en supprimant I_V et la fonction visuelle, T_A = – 55°C	7
Sous-groupes 4, 5 et 6 Non testés		
Sous-groupe 7 Essais fonctionnels et optiques à 25°C	Vérifié par sous-groupe 1	5
Sous-groupe 8 Examen visuel externe		7

Note :

1. Les limites et les conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques. Les essais I_{OH} et I_{OL} sont l'inverse des V_{OH} et V_{OL} spécifiés dans les caractéristiques électriques.

TABLEAU IIIa
GROUPE B, CLASSES A ET B DE LA NORME MIL-D-87157

Sous-groupe/Essai	Méthode MIL-STD-750	Conditions	Echantillon
Sous-groupe 1 Résistance aux solvants	1022		4 unités/ pas d'échec
Examen visuel, interne et mécanique (3)	2014		1 unité/ pas d'échec
Sous-groupe 2 (1, 2) Soudabilité	2026	T_A = 260°C pendant 5 s	LTPD = 15
Sous-groupe 3 Choc thermique (cycle de température)	1051	Condition B, 10 cycles, stabilisation 15 mn	LTDP = 15
Résistance à l'humidité	1021		
Test de fuite fine	1071	Condition H	
Test de grosse fuite	1071	Condition C	
Points extrêmes électriques/ optiques (4)	–	I_{CC} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V), I_{COL} (à V_B = 0,4 V et 2,4 V), I_{IH} (V_B, entrée horloge et données). I_{IL} (V_B, entrée horloge et données), I_{OH}; I_{OL}, fonction visuelle et crête I_V. Les entrées V_{IH} et V_{IL} sont garanties par l'essai électronique du registre à décalage. T_A = 25°C	
Sous-groupe 4 Essai de durée de vie en fonctionnement (340 h)	1027	T_A = + 85°C à V_{CC} = V_B = 5,25 V, V_{COL} = 3,5 V, DEL éclairée - rapport cyclique = 5%, 35 points éclairés	LTPD = 10
Points extrêmes électriques/ optiques (4)	–	Comme le sous-groupe 3	
Sous-groupe 5 Durée de vie hors fonctionnement (stockage, 340 h)	1032	T_A = + 125°C	LTPD = 10
Points extrêmes électriques/ optiques (4)	–	Comme le sous-groupe 3	

Notes :

1. Lorsque les essais électriques/optiques ne sont pas requis comme points extrêmes, des rejets électriques peuvent être utilisés.
2. LTPD s'applique au nombre de conducteurs examinés, mais on ne pourra en aucun cas utiliser moins de 3 afficheurs pour obtenir le nombre de fils requis.
3. Les méthodes de test de la norme MIL-STD-883 s'appliquent.
4. Les limites et les conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques. Les tests de I_{OH} et I_{OL} sont l'inverse de ceux de V_{OH} et V_{OL} spécifiés dans les caractéristiques électriques.

TABLEAU IVa
GROUPE C, CLASSES A ET B DE LA NORME MIL-D-87157

Sous-groupe/Essai	Méthode MIL-STD-750	Conditions	Echantillon
Sous-groupe 1			
Dimensions physiques	2066		2 unités/ pas d'échec
Sous-groupe 2 (2, 7)			
Intégrité des conducteurs	2004	Condition B2	LTPD = 15
Fuite fine	1071	Condition H	
Grosse fuite	1071	Condition C	
Sous-groupe 3			
Chocs	2016	1500 G pendant 0,5 ms, 5 impulsions dans chacune des orientations X_1, Y_1, Y_2	LTPD = 15
Vibrations, fréquence variable	2056		
Vibrations constantes	2006	10 000 G dans la direction Y_1	
Examen visuel externe (4)	1010 ou 1011		
Points extrêmes électriques/ optiques (8)		I_{CC} (à $V_B = 0{,}4$ V et 2,4 V), I_{COL} (à $V_B = 0{,}4$ V et 2,4 V), I_{IH} (V_B, entrée horloge et données), I_{IL} (V_B, entrée horloge et données), I_{OH}, I_{OL}, fonction visuelle et crête I_V. Les entrées V_{IH} et V_{IL} sont garanties par l'essai électronique du registre à décalage. $T_A = 25°C$	
Sous-groupe 4 (1, 3)			
Atmosphère saline	1041		LTPD = 15
Examen visuel externe (4)	1010 ou 1011		
Sous-groupe 5			
Vérification de l'herméticité (5)	2037	Condition A	LTPD = 20 (C = 0)
Sous-groupe 6			
Essai de durée de vie (6)	1026	$T_A = +85°C$ à $V_{CC} = V_B = 5{,}25$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V, 35 points éclairés	λ = 10
Points extrêmes électriques/ optiques (8)	—	Comme le sous-groupe 3	

Notes :

1. Lorsque des essais électriques/optiques ne sont pas requis comme points extrêmes, des rejets électriques peuvent être utilisés.
2. LTPD s'applique au nombre de conducteurs examinés, mais on ne pourra en aucun cas utiliser moins de 3 afficheurs pour parvenir au nombre de fils requis.
3. L'emploi d'échantillons de soudabilité est interdit.
4. Les exigences visuelles seront conformes aux dispositions des méthodes 1010 ou 1011 de la norme MIL-STD-883.
5. Les afficheurs peuvent être sélectionnés avant le scellement.
6. Si un lot d'inspection déterminé soumis à une inspection du groupe B a été sélectionné pour être conforme aux exigences d'inspection groupe C, l'essai de durée de vie de 340 heures peut être poursuivi jusqu'à 1000 heures afin de répondre aux exigences de durée de vie du groupe C. Dans ces cas, les mesures des points extrêmes 340 heures constitueront la base de l'acceptation du lot groupe B ou les mesures des points extrêmes 1000 heures seront utilisées comme base pour l'acceptation des groupes B et C.
7. La méthode de test de la norme MIL-STD-883 s'applique.
8. Les limites et conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques. Les tests I_{OH} et I_{OL} sont l'inverse de V_{OH} et V_{OL} spécifiés dans les caractéristiques électriques.

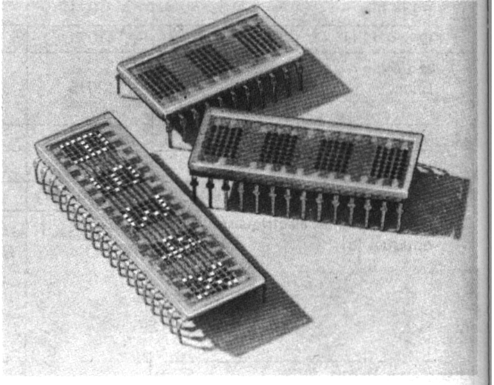
HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

AFFICHEURS ALPHANUMÉRIQUES A SEMI-CONDUCTEURS

5082-7100, -7101, -7102

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984



Caractéristiques

- CARACTERES A MATRICE DE DEL 5x7
- PLAGE ETENDUE DE TEMPERATURES
- PETITE TAILLE
  BOITIER DIL STANDARD 15,24 mm
  CARACTERES DE 6,9 mm DE HAUTEUR
- GRAND ANGLE DE VISIBILITE
- ROBUSTES, RESISTANTS AUX CHOCS
- LONGUE DUREE DE VIE

Description

Les afficheurs alphanumériques séries 5082-7100 sont constitués par une matrice de DEL 5x7, adressable en X et Y, pouvant afficher tous les caractères alphanumériques. Ces afficheurs, alignables, peuvent comporter 3, 4 ou 5 caractères : ils permettent une présentation compacte des informations, un alignement facile des caractères, un nombre limité de connexions et la compatibilité avec différents systèmes de multiplexage.

Applications : terminaux d'ordinateurs, calculateurs, équipements militaires et aérospaciaux :

5082-7100 — barrette de 3 caractères
5082-7101 — barrette de 4 caractères
5082-7102 — barrette de 5 caractères

Valeurs limites absolues

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité
Courant direct crête par DEL (durée < 1 ms)	I_{PEAK}		100	mA
Courant moyen par DEL	I_{AVG}		10	mA
Dissipation en puissance par caractère (toutes DEL éclairées) (1)	P_D		700	mW
Température de fonctionnement, boîtier	T_C	– 55	95	°C
Température de stockage	T_S	– 55	100	°C
Tension inverse par DEL	V_R		4	V

Note :
1. A 25° C; varie de 8,5 mW/° C au-dessus de 25° C

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25^oC$

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse crête par DEL (moyenne par caractère) pour des impulsions de courant de 100 mA/DEL	I_ν (PEAK)	1	2,2		mcd
Courant inverse par DEL à $V_R = 4$ V	I_R		10		μA
Tension directe crête pour des impulsions de courant de 50 mA/DEL	V_F		1,7	2	V
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}		655		nm
1/2 largeur de bande (ligne spectrale)	$\Delta\lambda_{1/2}$		30		nm
Temps de montée et de descente (1)	t_r, t_f		10		ns

Note :
1. Temps pour un changement d'intensité lumineuse comprise entre 10 et 90% pour un échelon de courant.

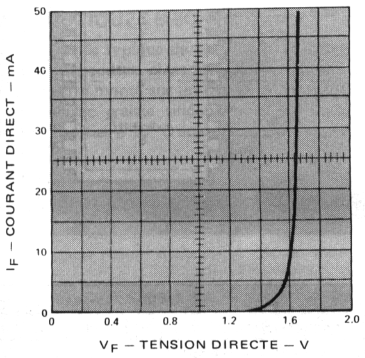


FIGURE 1 – Caractéristiques courant direct/tension directe

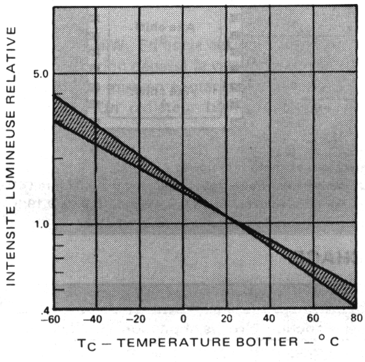


FIGURE 2 – Intensité lumineuse relative en fonction de la température du boîtier pour un niveau de courant fixe

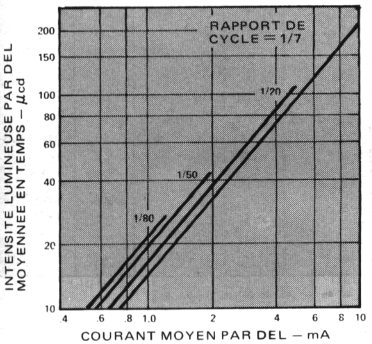


FIGURE 3 – Intensité lumineuse moyennée en temps typique en fonction du courant moyen par DEL

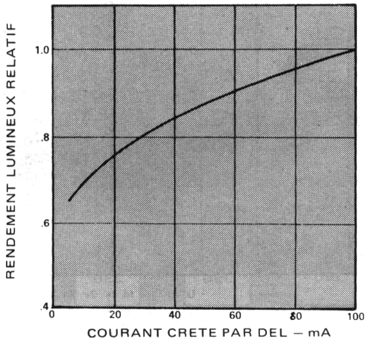
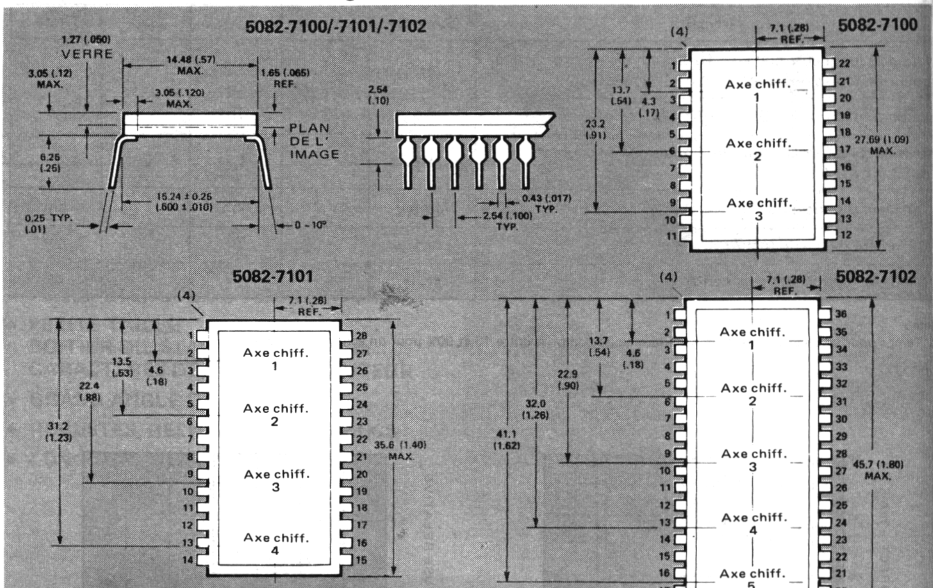


FIGURE 4 – Rendement lumineux relatif typique en fonction du courant crête par DEL

Dimensions et Configuration des broches



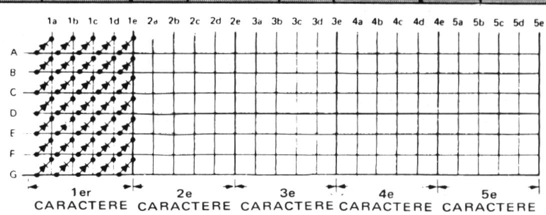
Notes :

1. Dimensions en mm et (pouces)
2. Sauf mention contraire, toutes tolérances ±0,38 mm (±0.015")
3. Dimensions des caractères : 6,9 x 4,9 mm (0,27 x 0,19")
4. Repère d'orientation métallique sous le boîtier

BROCHAGE

5082-7100				5082-7101				5082-7102			
Broche	Fonction	Broche	Fonction	Broche	Fonction	Broche	Fonction	Broche	Fonction	Broche	Fonction
1	Anode G	12	Anode B	1	N/C	15	Anode C	1	N/C	19	5e
2	1c	13	3d	2	1c	16	4c	2	1c	20	5c
3	1d	14	3b	3	1e	17	4a	3	1e	21	5a
4	Anode F	15	Anode A	4	Anode G	18	Anode B	4	Anode F	22	Anode D
5	Anode E	16	2e	5	2b	19	3e	5	2b	23	4e
6	2b	17	2c	6	2d	20	3b	6	2d	24	4c
7	2d	18	2a	7	Anode D	21	3a	7	2e	25	N/C
8	Anode C	19	Anode D	8	Anode E	22	2e	8	Anode E	26	Anode C
9	3a	20	1e	9	3c	23	2c	9	3c	27	3d
10	3c	21	1b	10	3d	24	2a	10	3e	28	3b
11	3e	22	1a	11	Anode F	25	Anode A	11	Anode G	29	3a
				12	4b	26	1d	12	4a	30	Anode B
				13	4d	27	1b	13	4b	31	2c
				14	4e	28	1a	14	4d	32	2a
								15	N/C	33	Anode A
								16	5b	34	1d
								17	5d	35	1b
								18	N/C	36	1a

Schéma de la matrice 5082-7100/-7101/-7102



CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

La matrice de 5 x 7 DEL, constituant chaque caractère, est adressable en X et Y, ce qui permet d'utiliser des circuits d'adressage, de décodage et de commande simples, pour attaquer les afficheurs à partir de logiques conçues par l'utilisateur.

Les trois avantages principaux de ce type de réseau adressable en X et Y sont les suivants :

1. Le schéma d'adressage est simple et demande le nombre minimum de broches d'interconnexions pour le nombre de DEL utilisé. Il permet donc d'intégrer l'afficheur à des applications particulières avec le maximum de souplesse.
2. Cette méthode à l'avantage d'utiliser un générateur de caractère avec une seule mémoire ROM pour plusieurs caractères. Une mémoire ROM peut ainsi commander 25 matrices de points 5 x 7 ou plus, avec des économies substantielles.
3. Dans la plupart des cas, les circuits logiques utilisés possèdent déjà une partie des amplificateurs décodeurs nécessaires à l'affichage (circuits d'horloge, de mise en forme, étages tampon).

Pour former un caractère alphanumérique, on utilise la méthode de l'échantillonnage. L'information est appliquée à l'afficheur en commutant, l'une après l'autre, les lignes de diodes et en alimentant durant cette période les diodes appropriées. Lorsque toutes les lignes auront été alimentées séquentiellement, on répète le processus. En échantillonnant à une vitesse égale ou supérieure à 100 périodes par seconde, le caractère s'affiche sans scintillement. Lorsque l'information se déplace séquentiellement d'une ligne à l'autre de l'afficheur (de haut en bas), c'est l'échantillonnage ligne par ligne illustré figure 5. L'échantillonnage peut également se faire colonne par colonne (de gauche à droite). Dans la plupart des applications (5 caractères ou plus utilisant la même ROM), il est plus économique d'utiliser l'échantillonnage ligne par ligne.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES ET THERMIQUES

La puissance dissipée typique de ces afficheurs à semi-conducteurs est de 200 mW. En usage normal, l'afficheur peut être utilisé tel quel. Cependant, si les conditions d'utilisation sont telles que la dissipation dépasse la valeur maximale admissible, l'afficheur doit être monté sur un radiateur constitué par une plaque métallique mise en contact avec la surface inférieure de l'afficheur (avec graisse silicone pour améliorer le contact thermique). Un radiateur bien étudié peut limiter la température du boîtier à 10° C au-dessus de la température ambiante.

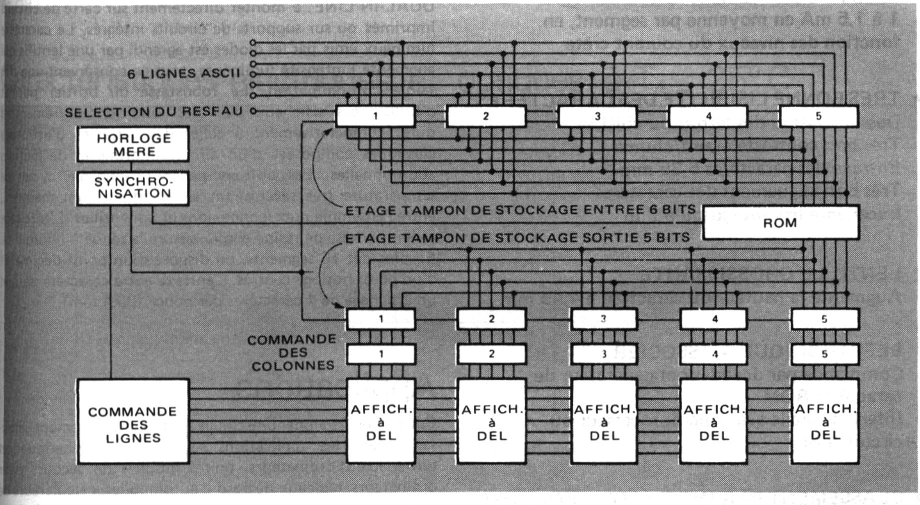


FIGURE 5 — Diagramme de multiplexage des lignes

AFFICHEURS ALPHANUMÉRIQUES 16 SEGMENTS A SEMI-CONDUCTEURS

HDSP-6504
HDSP-6508

FICHE TECHNIQUE JANVIER 19

Caractéristiques

- **AFFICHEURS ALPHANUMERIQUES**
  Permettent la reproduction des 64 caractères du code ASCII et de caractères spéciaux

- **CARACTERES A 16 SEGMENTS PLUS POINT DECIMAL ET DEUX POINTS CENTRES**

- **HAUTEUR DES CARACTERES 3,81 mm**

- **GRANDE FACILITE DE MONTAGE**
  Boîtiers DUAL-IN-LINE 4 et 8 caractères
  Boîtier 8 caractères alignable aux deux extrémités, boîtier 4 caractères alignable d'un seul côté
  Broches de sorties enfichables dorées, entraxe 2,54 mm x 15,24 mm
  Boîtiers robustes
  Dispositif à cathode commune

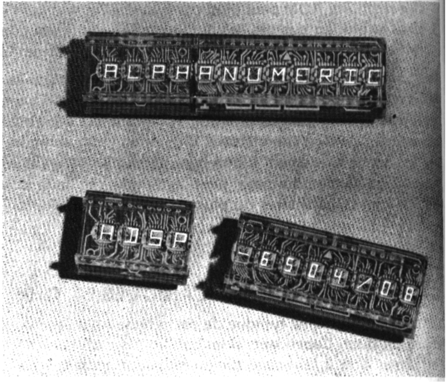
- **FAIBLE CONSOMMATION**
  1 à 1,5 mA en moyenne par segment, en fonction des niveaux du courant crête

- **TRES BONNE LISIBILITE DES CARACTERES**
  Dessin continu des lettres ou chiffres
  Très bon contraste éteint/allumé
  Entraxe des caractères 6,35 mm
  Très bon alignement des caractères
  Excellente lisibilité jusqu'à 2 m

- **LENTILLE GROSSISSANTE**
  Augmente la hauteur du caractère à 4,45 mm

- **ELECTRONIQUE A ASSOCIER**
  Commande par décodeur et générateur de caractères ROM
  Interface facile avec microprocesseur ou circuits LSI

- **CLASSEMENT PAR INTENSITE LUMINEUSE**
  Assure l'homogénéité de l'intensité lumineuse entre boîtiers



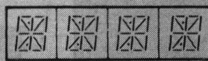
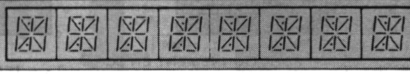
Description

Les afficheurs alphanumériques HDSP-6504/-6508 donnent des caractères de 3,81 mm de hauteur. Les caractères sont constitués par 16 segments à diodes électroluminescentes rouges GaAsP en boîtiers de 4 ou 8 caractères à sortie DUAL-IN-LINE, à monter directement sur carte de circuits imprimés ou sur supports de circuits intégrés. Le caractère lumineux émis par les diodes est agrandi par une lentille qui augmente l'intensité lumineuse, tout en conservant une très faible consommation. La robustesse du boîtier permet d'utiliser ces afficheurs dans des conditions extrêmement dures comparativement à celles des barrettes d'affichage classiques composées d'un circuit imprimé et de lentilles additionnelles. Les boîtiers peuvent subir des cycles de température très sévères, un espace d'air étant maintenu entre l'ensemble puce/connexions et les lentilles. L'enrobage arrière, à base de résine époxy, assure la tenue à l'humidité. En plus des 16 segments, on dispose d'un point décimal et d'un point horloge centrés. L'entraxe entre caractère permet un affichage de 4 caractères par pouce (25,4 mm).

Applications

Ces afficheurs alphanumériques sont particulièrement séduisants dans les applications suivantes : périphériques et terminaux d'ordinateurs, unités mobiles de secours pour ordinateurs, tableaux de bord d'automobiles, calculateurs de bureau, équipements de commandes centralisées d'usines, instruments portatifs et tous systèmes à faible consommation.

Modèles

Nbre de caractères par afficheur	Configuration		N° réf. HDSP-
	Modèle	Boîtier	
4		(Figure 6)	6504
8		(Figure 7)	6508

Valeurs limites absolues

Symbole	Paramètres	Min.	Max.	Unités
I_{PEAK}	Courant direct crête par segment ou point décimal (durée ⩽ 312 μs)		200	mA
I_{AVG}	Courant moyen par segment ou point (1)		7	mA
P_D	Dissipation moyenne par caractère (1, 2)		138	mW
T_A	Température de fonctionnement (ambiance)	– 40	85	°C
T_S	Température de stockage	– 40	100	°C
V_R	Tension inverse		5	V
	Température de soudage à 1,6 mm sous le plan inférieur du boîtier, t ⩽ 3 s		260	°C

Notes :
1. Les conditions de fonctionnement en mode multiplex sont déduites des courbes des figures 1 et 2
2. Au dessus de 50° C la dissipation diminue linéairement de 2,17 mW/° C, P_D max. à 85°C = 62 mW

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Symbole	Paramètres	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unités
I_V	Intensité lumineuse, temps moyen 16 segments éclairés (3, 4)	I_{PEAK} = 30 mA Rapport cyclique 1/16	0,40	1,65		mcd
V_F	Tension directe par segment ou point décimal	I_F = 30 mA 1 segment éclairé		1,6	1,9	V
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête			655		nm
λ_d	Longueur d'onde dominante (5)			640		nm
I_R	Courant inverse par segment ou PD	V_R = 5 V		10		μA
$\Delta V_F/°C$	Variation de la tension directe en fonction de la température			– 2		mV/°C
$R\theta_{J\text{-}PIN}$	Résistance thermique jonction-broche DEL			232		°C/W/Seg

Notes :
3. Le rapport des intensités entre les différents segments d'un chiffre doit être tel que chaque segment ait la même stérance* lumineuse. Chaque segment aura ainsi la même luminosité vis à vis de l'oeil
4. Il n'est pas recommandé de descendre au dessous de 7 mA crête
5. La longueur d'onde dominante λ_d est extraite de la gamme chromatique du C.I.E. et représente la longueur d'onde définissant la couleur, en l'occurence le rouge standard

* Stérance (L) = Flux par unité d'angle solide par unité de surface (candelas par m^2) anciennement luminance

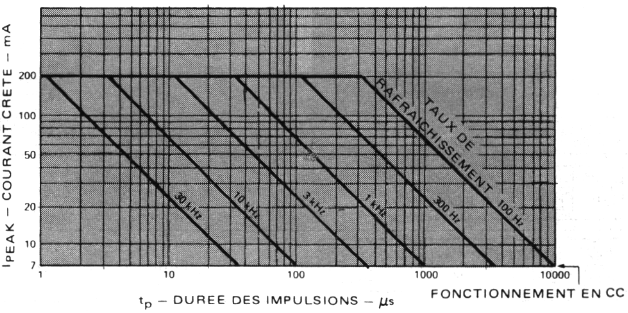


FIGURE 1 – Courant crête maximal admissible en fonction de la durée des impulsions. Au-dessus de 50°C, appliquer le facteur de dérive indiqué sur la courbe de la figure 2

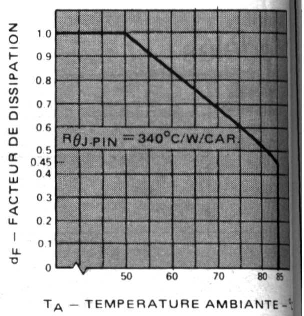


FIGURE 2 – Facteur de dissipation du courant crête par segment en fonction de la température ambiante.
T_J MAX = 110°C

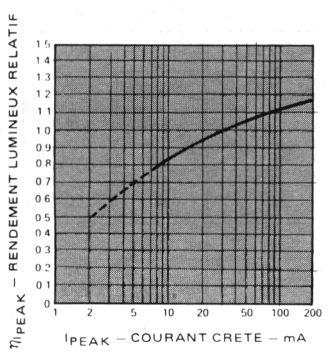


FIGURE 3 – Rendement lumineux relatif (intensité lumineuse par courant unité) en fonction du courant crête par segment

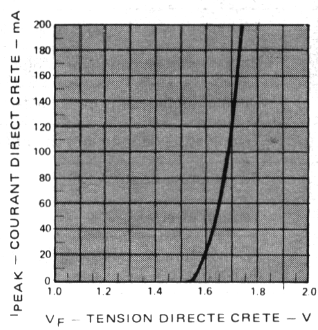


FIGURE 4 – Courant direct crête par segment en fonction de la tension directe crête

Pour plus de renseignements sur l'utilisation des fiches techniques et les méthodes de soudage recommandées, se reporter à la note d'applications 1005

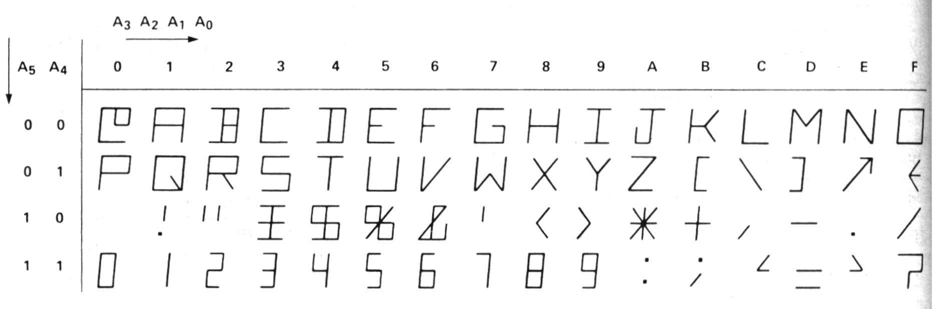
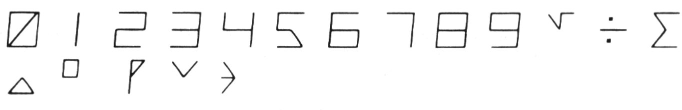
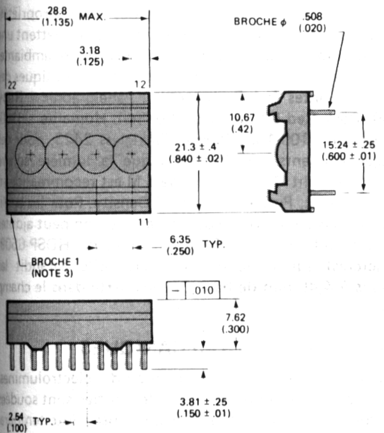


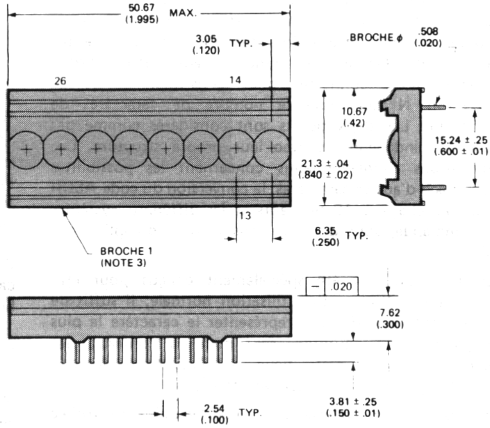
FIGURE 5 – Les 64 caractères ACII



Caractères complémentaires

Dimensions





Notes :

1. Dimensions en mm et (pouces)
2. Les dimensions sans tolérance sont des dimensions nominales
3. La broche 1 est repérée par un point

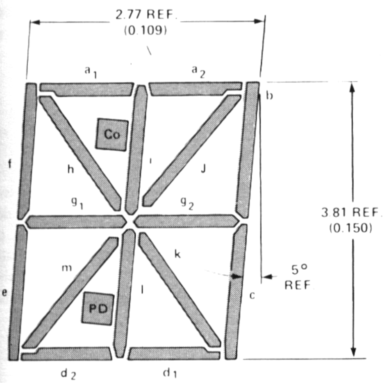
FIGURE 6 – HDSP-6504

FIGURE 7 – HDSP-6508

Constitution des caractères

AFFICHEURS

HDSP-6504
HDSP-6508



Co : deux points
PD : point décimal

FIGURE 8

BROCHAGE

Broche N°	Fonctions HDSP-6504		Fonctions HDSP-6508	
1	Anode	Segment g_1	Anode	Segment g_1
2	Anode	Segment PD	Anode	Segment PD
3	Cathode	1er caractère	Cathode	1er caractère
4	Anode	Segment d_2	Anode	Segment d_2
5	Anode	Segment l	Anode	Segment l
6	Cathode	3e caractère	Cathode	3e caractère
7	Anode	Segment e	Anode	Segment e
8	Anode	Segment m	Anode	Segment m
9	Anode	Segment k	Anode	Segment k
10	Cathode	4e caractère	Cathode	4e caractère
11	Anode	Segment d_1	Anode	Segment d_1
12	Anode	Segment j	Cathode	6e caractère
13	Anode	Segment C_0	Cathode	8e caractère
14	Anode	Segment g_2	Cathode	7e caractère
15	Anode	Segment a_2	Cathode	5e caractère
16	Anode	Segment i	Anode	Segment j
17	Cathode	2e caractère	Anode	Segment C_0
18	Anode	Segment b	Anode	Segment g_2
19	Anode	Segment a_1	Anode	Segment a_2
20	Anode	Segment c	Anode	Segment i
21	Anode	Segment h	Cathode	2e caractère
22	Anode	Segment f	Anode	Segment b
23			Anode	Segment a_1
24			Anode	Segment c
25			Anode	Segment h
26			Anode	Segment f

Conditions de fonctionnement

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Les afficheurs alphanumériques HDSP-6504/-6508 sont des dispositifs monolithiques constitués par 16 segments, 1 point décimal et 2 points centrés, à diodes électroluminescentes GaAsP. Les segments identiques de chaque caractère sont connectés pour constituer un réseau 18xN où N représente le nombre de caractères de l'afficheur. Les deux points sont considérés comme des caractères indépendants avec leur propre structure. Des explications supplémentaires concernant les possibilités d'affichage d'autres caractères, la conversion du code ASCII pour l'affichage à 16 segments et les différents systèmes de commande, sont données dans la note d'applications 1003.

Ces afficheurs ont été spécialement conçus pour être utilisés en multiplex. En utilisation normale, il suffit de 10 segments sur 16 pour représenter le caractère le plus complexe. C'est pourquoi, sauf mention contraire, les caractéristiques de cette fiche technique sont données pour 10 segments éclairés par caractère*.

La tension directe relevée sur la courbe doit être utilisée pour définir la valeur de la résistance limitatrice de courant et la dissipation en puissance. La valeur maximale des circuits de commande s'obtient de la manière suivante :

$V_F = 1{,}85\ V + I_{PEAK}\ (1{,}8\ \Omega)$
pour $30\ mA \leqslant I_{PEAK} \leqslant 200\ mA$

$V_F = 1{,}58\ V + I_{PEAK}\ (10{,}7\ \Omega)$
pour $10\ mA \leqslant I_{PEAK} \leqslant 30\ mA$

SYSTEME OPTIQUE ET AMELIORATION DU CONTRASTE

Chaque puce monolithique est placée sous une lentille grossissante asphérique donnant un caractère de 3,81 mm de hauteur. La lentille asphérique permet un angle de diffusion de 75° dans le plan horizontal et dans le plan vertical, avec un très faible décalage axial. Ces deux propriétés, ajoutées à la grande stérance des segments, permettent une excellente lisibilité jusqu'à 2 m sous forte lumière ambiante. Le contraste est amélioré en utilisant les filtres optiques des marques suivantes (ou équivalents) : Panelgraphic : Ruby Red 60, Dark Red 63 ou Purple 90; SGL Homalite : H100-1605 Red ou H100-1804 Purple, Plexiglass 2423; pour des éclairages ambiants très forts tels que la lumière solaire indirecte, le Light Control Film de 3 M est recommandé en Red 655, Violet, Purple ou Neutral Density. Pour les applications ne nécessitant que 4 ou 8 caractères, on peut ajouter une loupe (réf. HDSP-6505, 4 caractères ou HDSP-6509, 8 caractères) sur la lentille primaire. Elle agrandit les caractères à 4,45 mm de hauteur sans perte dans le champ horizontal.

* Plus de 10 segments peuvent être éclairés sur un caractère donné à condition que la puissance dissipée par ce dernier ne dépasse pas la puissance dissipable en fonction de la température.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Les afficheurs sont constitués par des diodes électroluminescentes fixées mécaniquement, dont les sorties sont soudées sur un substrat en carte de circuits imprimés haute température. Le boîtier en plastique moulé, protégeant les circuits, constitue le jeu de lentilles grossissantes. Son étanchéité est assurée à l'arrière par coulage de résine époxy.

Les boîtiers à 4 et 8 caractères peuvent être alignés pour former une rangée multiple de 4 caractères. On pourra par exemple réaliser un afficheur 20 caractères en alignant un HDSP-6504 et deux HDSP-6508. Ces boîtiers sont directement soudés sur carte de circuits imprimés ou montés sur des supports de circuits intégrés LSI 24 ou 28 broches.

Une soudure à la vague correcte dépend de l'appareil sur lequel sera monté l'afficheur et de la procédure utilisée. Pour des renseignements complémentaires, s'adresser à un distributeur agréé Hewlett-Packard.

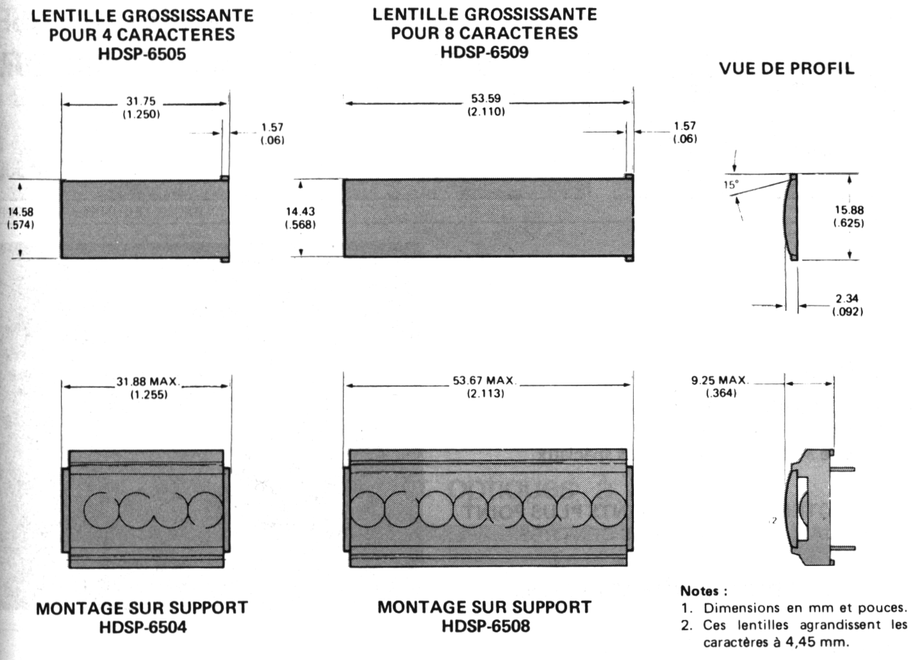


FIGURE 9 — Lentilles additionnelles

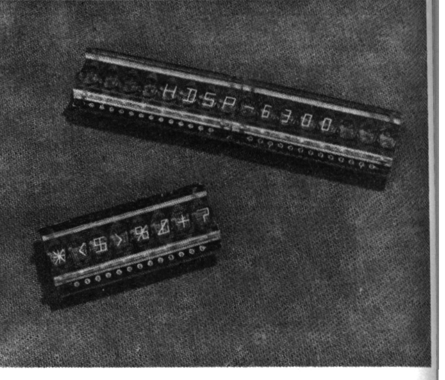
HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

AFFICHEURS ALPHANUMÉRIQUES 16 SEGMENTS A SEMI-CONDUCTEURS

HDSP-6300

FICHE TECHNIQUE JANVIER 198



Caractéristiques

- **AFFICHEURS ALPHANUMERIQUES**
  Permettent la reproduction des 64 caractères du code ASCII et de caractères spéciaux

- **CARACTERES A 16 SEGMENTS PLUS POINT DECIMAL ET DEUX POINTS CENTRES**

- **HAUTEUR DES CARACTERES 3,56 mm**

- **GRANDE FACILITE DE MONTAGE**
  Boîtiers DUAL-IN-LINE 8 caractères
  Boîtier alignable aux deux extrémités
  Broches de sorties entraxe 2,54 mm
  Dispositif à cathode commune

- **FAIBLE CONSOMMATION**
  1 à 1,5 mA en moyenne par segment, en fonction des niveaux du courant crête

- **TRES BONNE LISIBILITE DES CARACTERES**
  Dessin continu des lettres ou chiffres
  Très bon contraste éteint/allumé
  Entraxe des caractères 5,08 mm
  Très bon alignement des caractères
  Excellente lisibilité jusqu'à 1,5 m

- **ELECTRONIQUE A ASSOCIER**
  Commande par décodeur et générateur de caractères ROM
  Interface facile avec microprocesseur ou circuits LSI

- **CLASSEMENT PAR INTENSITE LUMINEUSE**
  Assure l'homogénéité de l'intensité lumineuse entre boîtiers

Description

L'afficheur alphanumérique HDSP-6300 comporte 8 caractères constitués par 16 segments à diodes électro-luminescentes rouges GaAsP en boîtiers à sortie DUAL-IN-LINE, à monter directement sur cartes de circuits imprimés ou sur supports de circuits intégrés. Le caractère lumineux émis par les diodes est agrandi par une lentille qui augmente l'intensité lumineuse, tout en conservant une très faible consommation. Les 16 segments servent à afficher les caractères alphanumériques et spéciaux plus le point décimal et deux points centrés pour une meilleure lisibilité. L'entraxe entre caractères permet un affichage de 5 caractères par pouce.

Applications

Ces afficheurs alphanumériques sont particulièrement séduisants dans les applications suivantes : périphériques et terminaux d'ordinateurs, unités mobiles de secours pour ordinateurs, tableaux de bord d'automobiles, calculateurs de bureau, équipements de commandes centralisées d'usines, instruments portatifs et tous systèmes à faible consommation.

Valeurs limites absolues

Symbole	Paramètres	Min.	Max.	Unités
I_{PEAK}	Courant direct crête par segment ou point décimal (durée ≤ 417 μs)		150	mA
I_{AVG}	Courant moyen par segment ou point décimal (1)		6,25	mA
P_D	Dissipation moyenne par caractère (1, 2)		133	mW
T_A	Température de fonctionnement (ambiance)	– 40	85	°C
T_S	Température de stockage	– 40	100	°C
V_R	Tension inverse		5	V
	Température de soudage à 1,6 mm sous le plan inférieur du boîtier, t ≤ 3 s		260	°C

Notes :

1. Les conditions de fonctionnement en mode multiplex sont déduites des courbes des figures 1 et 2.
2. Au-dessus de 50°C, la dissipation diminue linéairement de 2,47 mW/°C, P_D max. à 85°C = 47 mW.

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Symbole	Paramètres	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unités
I_V	Intensité lumineuse, temps moyen 16 segments éclairés (3, 4)	I_{PEAK} = 24 mA Rapport cyclique 1/16	400	1200		μcd
V_F	Tension directe par segment ou point décimal	I_F = 24 mA 1 segment éclairé		1,6	1,9	V
λ_{PEAK}	Longueur d'onde crête			655		nm
λ_d	Longueur d'onde dominante (5)			640		nm
I_R	Courant inverse par segment ou PD	V_R = 5 V		10		μA
$R\theta_{J\text{-}PIN}$	Résistance thermique jonction-broche par DEL			250		°C/W/Car

Notes :

3. Le rapport des intensités entre les différents segments d'un chiffre doit être tel que chaque segment ait la même stérance lumineuse. Chaque segment aura ainsi la même luminosité vis à vis de l'œil.
4. Il n'est pas recommandé de descendre au-dessous de 7 mA crête car ceci entraîne un désaccord d'intensité lumineuse entre caractères.
5. La longueur d'onde dominante, λ_d, est extraite de la gamme chromatique du CIE et représente la longueur d'onde définissant la couleur, en l'occurence le rouge standard.

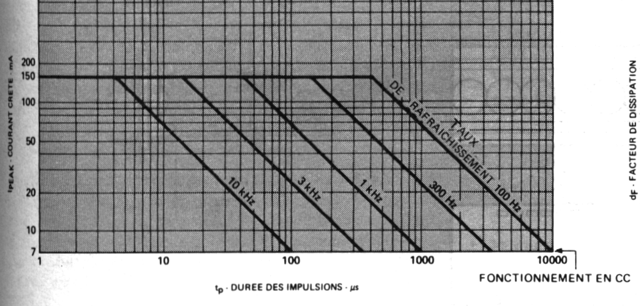


FIGURE 1 – Courant crête maximal admissible en fonction de la durée des impulsions. Au-dessus de 50°C, appliquer le facteur de dérive indiqué sur la courbe de la figure 2

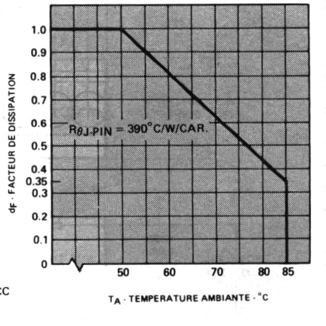


FIGURE 2 – Facteur de dissipation du courant crête par segment en fonction de la température ambiante. T_J MAX = 110°C

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

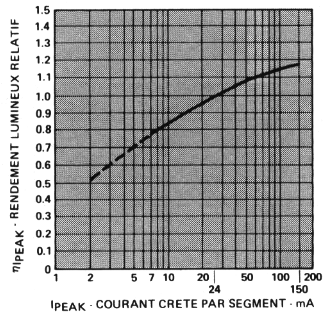


FIGURE 3 – Rendement lumineux relatif (intensité lumineuse par courant unité) en fonction du courant crête par segment

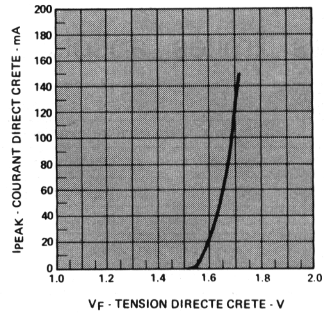


FIGURE 4 – Courant direct crête par segment en fonction de la tension directe crête

Pour plus de renseignements sur l'utilisation des fiches techniques et les méthodes de soudage recommandées, se reporter à la note d'applications 1005

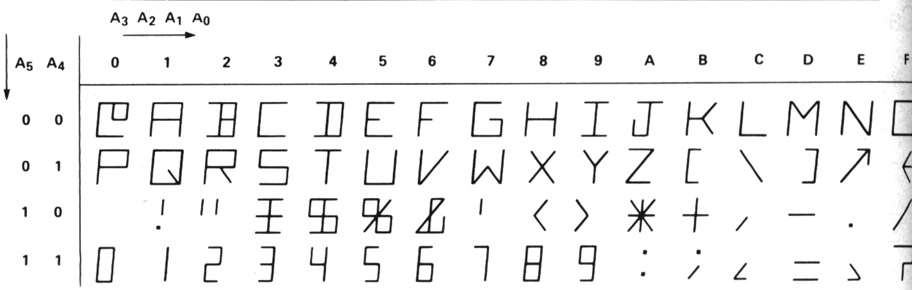
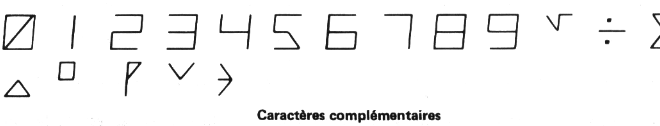
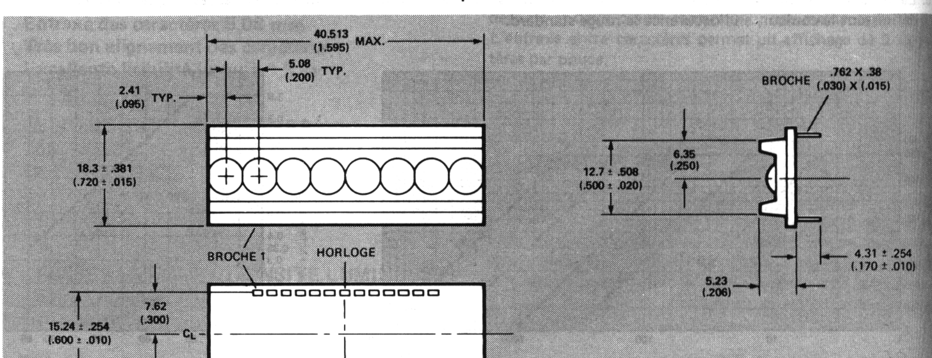


FIGURE 5 – Les 64 caractères ACII



Caractères complémentaires



Notes .
1. Dimensions en mm et (pouces).
2. Les dimensions sans tolérance sont des dimensions nominales.
3. La broche 1 est repérée par un point.

FIGURE 6

Constitution des caractères

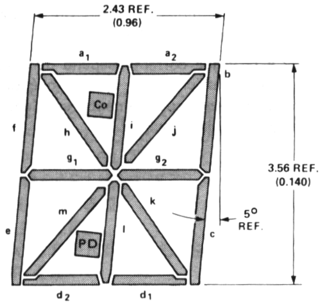


FIGURE 7

BROCHAGE

Broche	Fonction	
1	Anode	Segment K
2	Anode	Segment D_1
3	Anode	Segment C
4	Cathode	Caractère 1
5	Cathode	Caractère 2
6	Cathode	Caractère 3
7	Cathode	Caractère 4
8	Anode	Segment L
9	Anode	Segment G_2
10	Anode	Segment E
11	Anode	Segment M
12	Anode	Segment D_2
13	Anode	Segment PD
14	Anode	Segment A_2
15	Anode	Segment I
16	Anode	Segment J
17	Cathode	Caractère 8
18	Cathode	Caractère 7
19	Cathode	Caractère 6
20	Cathode	Caractère 5
21	Anode	Segment C_0
22	Anode	Segment G_1
23	Anode	Segment B
24	Anode	Segment F
25	Anode	Segment H
26	Anode	Segment A_1

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

Conditions de fonctionnement

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Les afficheurs alphanumériques HDSP-6300 sont des dispositifs monolithiques constitués par 16 segments, 1 point décimal et deux points centrés, à diodes électroluminescentes GaAsP. Les segments identiques de chaque caractère sont connectés pour constituer un réseau 18xN où N représente le nombre de caractères de l'afficheur. Les deux points sont considérés comme des caractères indépendants avec leur propre structure. Des explications supplémentaires concernant les possibilités d'affichage d'autres caractères, la conversion du code ASCII pour l'affichage à 16 segments et les différents systèmes de commande, sont données dans la note d'applications 1003.

Ces afficheurs ont été spécialement conçus pour être utilisés en multiplex. En utilisation normale, il suffit de 10 segments pour représenter le caractère le plus complexe. C'est pourquoi, sauf mention contraire, les caractéristiques de cette fiche technique sont données pour 10 segments éclairés par caractère*.

La tension directe relevée sur la courbe de la figure 4 doit être utilisée pour définir la valeur de la résistance limitatrice de courant et la dissipation en puissance. La valeur maximale des circuits de commande s'obtient de la manière suivante :

$V_F = 1{,}85\ V + I_{PEAK}\ (1{,}8\ \Omega)$
pour $30\ mA \leqslant I_{PEAK} \leqslant 150\ mA$

$V_F = 1{,}58\ V + I_{PEAK}\ (10{,}7\ \Omega)$
pour $10\ mA \leqslant I_{PEAK} \leqslant 30\ mA$

* Plus de 10 segments peuvent être éclairés sur un caractère donné à condition que la puissance dissipée par ce dernier ne dépasse pas la puissance dissipable en fonction de la température.

SYSTEME OPTIQUE ET AMELIORATION DU CONTRASTE

Chaque puce monolithique est placée sous une lentille grossissante asphérique donnant un caractère de 3,56 mm de hauteur. La lentille asphérique permet un angle de diffusion de 60° dans le plan horizontal et de 55° dans le plan vertical, avec un très faible décalage axial. Ces deux propriétés, ajoutées à la grande stérance des segments, permettent une excellente lisibilité jusqu'à 1,5 m sous forte lumière ambiante. Le contraste est amélioré en utilisant les filtres optiques des marques suivantes (ou équivalents) : Panelgraphic : Ruby Red 60, Dark Red 63 ou Purple 90; SGL Homalite : H100-1605 Red ou H100-1804 Purple, Plexiglass 2423; pour des éclairages ambiants très forts tels que la lumière solaire indirecte, le Light Control Film de 3M est recommandé en Red 655, Violet, Purple ou Neutral Density.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Les afficheurs sont constitués par des diodes électroluminescentes fixées mécaniquement, dont les sorties sont soudées sur un substrat en carte de circuits imprimés haute température. Le boîtier en plastique moulé, protégeant les circuits, constitue le jeu de lentilles grossissantes.

Les boîtiers peuvent être alignés pour former une rangée multiple de 8 caractères. Ces boîtiers sont directement soudés sur carte de circuits imprimés ou montés sur des supports de circuits intégrés LSI 28 broches.

Une soudure à la vague correcte dépend de l'appareil sur lequel sera monté l'afficheur et de la procédure utilisée. Pour des renseignements complémentaires, s'adresser à un distributeur agréé Hewlett-Packard.

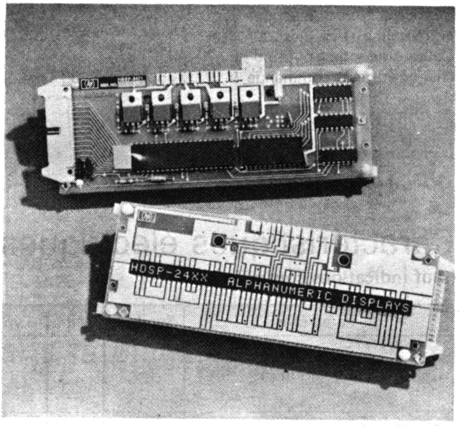
HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

SYSTÈME D'AFFICHAGE ALPHANUMÉRIQUE A MATRICE DE POINTS 5 x 7

HDSP-2416, -2424, -2432, -2440, -2470, -2471, -2472

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984



Caractéristiques

- **SYSTEME D'AFFICHAGE ALPHANUMERIQUE COMPLET UTILISANT DES AFFICHEURS HDSP-2000**
- **GENERATEUR 64 OU 128 CARACTERES ASCII OU PARTICULIERS A L'UTILISATEUR**
- **AFFICHEUR 16, 24, 32 OU 40 CARACTERES SELON MODELE**
- **FORMATS D'ENTREE DES DONNEES MULTIPLES –** à gauche, à droite, par RAM, par bloc
- **FONCTIONS EDITION DE TEXTE : CURSEUR, ESPACE ARRIERE, ESPACE AVANT, INSERTION, SUPPRESSION, EFFACEMENT**
- **POSSIBILITE DE SORTIE DES DONNEES**
- **UNE SEULE SOURCE D'ALIMENTATION 5 V**
- **COMPATIBILITE TTL**
- **INTERFACE FACILE AVEC CLAVIER OU MICROPROCESSEUR**

Description

Les systèmes d'affichage alphanumériques de la série HDSP-24XX offrent à l'utilisateur un ensemble de points comportant à la fois l'afficheur à matrice 5 x 7 et ses circuits de commande ce qui élimine les problèmes de maintenance et réduit les interfaces normalement nécessaires pour de tels afficheurs.

Chaque système d'affichage comporte :

1. Une carte supportant tous les circuits de commande de l'afficheur, c'est-à-dire, un microprocesseur préprogrammé avec sa logique associée, qui fournit les signaux de décodage, de mémoire et de commande nécessaires à l'interface d'un afficheur HDSP-2000. En plus, ces circuits acceptent quatre modes d'entrée des données et comportent plusieurs routines d'édition puissantes.
2. Une carte de circuits imprimés ayant une faible résistance thermique sur laquelle sont alignés plusieurs afficheurs HDSP-2000, équilibrés pour avoir une intensité lumineuse homogène.

Ce système d'afficheurs alphanumérique est intéressant dans les applications telles que : les terminaux d'entrée de données, l'instrumentation, les machines à écrire électroniques et tous les systèmes qui demandent des afficheurs alphanumériques faciles à utiliser.

Références

AFFICHEURS	
HDSP-2416	Afficheur 16 caractères constitué par quatre HDSP-2000 alignés
HDSP-2424	Afficheur 24 caractères constitué par six HDSP-2000 alignés
HDSP-2432	Afficheur 32 caractères constitué par huit HDSP-2000 alignés
HDSP-2440	Afficheur 40 caractères constitué par dix HDSP-2000 alignés
CARTE DE COMMANDE	
HDSP-2470	Interface pour HDSP-2000 avec décodeur 64 caractères ASCII
HDSP-2471	Interface pour HDSP-2000 avec décodeur 128 caractères ASCII
HDSP-2472	Interface pour HDSP-2000 sans décodeur ASCII mais avec support de circuits intégrés 24 broches pouvant recevoir une mémoire PROM de 8 x 1 K programmable (jeu de 128 caractères propre à l'utilisateur)

Pour commander un ensemble complet, spécifier la référence d'une seule carte de commande et d'un seul ensemble d'afficheurs.

HDSP-2470/-2471/-2472

Valeurs limites absolues

V_{CC} . . . . – 0,5 V à 6 V
Température ambiante de fonctionnement (T_A) . . . . 0° C à + 70° C
Température de stockage (T_S) . . . . . . – 55° C à + 100° C
Tension à l'une quelconque des entrées ou sorties . . . . – 0,5 V à 6 V
Courant de source continu pour chaque étage de commande . . . . . . 5 A (durée 60 s max.)

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,75	5,25	V
Sortie données	I_{OL}		0,4	mA
	I_{OH}		– 20	µA
Courant données prêtes, données valides, données affichées, colonne validée	I_{OL}		1,6	mA
	I_{OH}		– 40	µA
Horloge	I_{OL}		10	mA
	I_{OH}		– 1	mA
Colonnes 1, 5	I_{SOURCE}		– 5	A

Caractéristiques électriques dans la plage de températures

(sauf indications contraires)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Condition de mesure	
Courant alimentation (1)	I_{CC}			400	mA	V_{CC} = 5,25 V, Circuit de commande Colonne en fonctionnement Toutes sorties ouvertes	
Seuil d'entrée niveau haut sauf remise à zéro	V_{IH}	2			V	V_{CC} = 5 V ± 0,25 V	
Seuil d'entrée niveau haut, remise à zéro (2)	V_{IH}	3			V	V_{CC} = 5 V ± 0,25 V	
Seuil d'entrée niveau bas, toutes entrées	V_{IL}			0,8	V	V_{CC} = 5 V ± 0,25 V	
Tension, sortie données	V_{OH}	2,4			V	I_{OH} = – 20 µA	V_{CC} = 4,75 V
	V_{OL}			0,5	V	I_{OL} = 0,4 mA	V_{CC} = 4,75 V
Tension, sortie horloge	$V_{OH}Clk$	2,4			V	I_{OH} = – 1000 µA	V_{CC} = 4,75 V
	$V_{OL}Clk$			0,5	V	I_{OL} = 10 mA	V_{CC} = 4,75 V
Tension de sortie, données prêtes données valides, colonne validée	V_{OH}	2,4			V	I_{OH} = – 40 µA	V_{CC} = 4,75 V
	V_{OL}			0,5	V	I_{OL} = 1,6 mA	V_{CC} = 4,75 V
Courant d'entrée (3), toutes entrées sauf remise à zéro, validation circuit et D_7	I_{IH}			– 0,3	mA	V_{IH} = 2,4 V	V_{CC} = 5,25 V
	I_{IL}			– 0,6	mA	V_{IL} = 0,5 V	V_{CC} = 5,25 V
Courant d'entrée, remise à zéro	I_{IH}			– 0,3	mA	V_{IH} = 3 V	V_{CC} = 5,25 V
	I_{IL}			– 0,6	mA	V_{IL} = 0,5 V	V_{CC} = 5,25 V
Courant d'entrée, sélection de circuit, D_7	I_I	– 10		+ 10	µA	$0 < V_I < V_{CC}$	
Tension de sortie colonne	$V_{OL}COL$	2,6	3,2		V	I_{OUT} = – 5 A	V_{CC} = 5 V

Notes :
1. Voir Figure 11, pour le courant d'alimentation total du système
2. La remise à zéro peut se faire extérieurement en mettant la sortie REMISE A ZERO à la masse, soit avec un interrupteur soit avec une porte TTL pendant au moins 50 ms. Pour que la remise à zéro à la mise sous tension soit effective, il faut que la commutation se fasse à une vitesse > 100 V/s
3. Des surtensions peuvent se produire sur ces lignes, elles n'ont toutefois aucune action sur le fonctionnement des HDSP-2470/-2471 et -2472

HDSP-2416/-2424/-2432/-2440

Valeurs limites absolues

Tension d'alimentation V_{CC} par rapport à la masse . . . . $-0{,}5$ V à 6 V
Entrées, sorties données et V_B . . . . $-0{,}5$ V à V_{CC}
Tension d'entrée colonne (V_{COL}) . . . . $-0{,}5$ V à $+6$ V
Température ambiante de fonctionnement à l'air libre (T_A) (1) . . . . 0° C à + 55° C
Température de stockage . . . . -55° C à + 100° C

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symbole	Min.	Norm.	Max.	Unité
Tension alimentation	V_{CC}	4,75	5	5,25	V
Tension entrée colonne, colonne validée	V_{COL}	2,6			V
Temps établis.	t_{SETUP}	70	45		ns
Temps maintien	t_{HOLD}	30	0		ns
Largeur impuls. horloge	$t_{W(CLOCK)}$	75			ns
Fréquence horloge	$f_{(CLOCK)}$	0		3	MHz
Temps transition horloge	t_{THL}			200	ns
Température ambiante de fonctionnement à l'air libre (1)	T_A	0		55	°C

Caractéristiques électriques dans la plage de températures

(sauf indications contraires)

Paramètre		Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Condition de mesure	
Courant alimentation (1)		I_{CC}		45n	60n(2)	mA	$V_{CC} = 5{,}25$ V $V_{CLOCK} = V_{DATA} = 2{,}4$ V Tous les étages en Logique 1	$V_B = 0{,}4$ V
				73n	95n	mA		$V_B = 2{,}4$ V
Courant de colonne à l'entrée d'une colonne quelconque		I_{COL}			1,5n	mA	$V_{CC} = V_{COL} = 5{,}25$ V Tous les étages en Logique 1	$V_B = 0{,}4$ V
				335n	410n	mA		$V_B = 2{,}4$ V
Intensité lumineuse crête par DEL (moyenne par caractère)		$I_{V\ PEAK}$	105	200		µcd	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 3{,}5$ V $T_j = 25°$ C (3), $V_B = 2{,}4$ V	
Tension de seuil V_B, niveau haut, entrée données ou horloge		V_{IH}	2			V	$V_{CC} = V_{COL} = 4{,}75$ V	
Tension de seuil V_B, niveau bas, entrée données ou horloge		V_{IL}			0,8	V		
Courant d'entrée Logique 1	V_B, horloge	I_{IH}			80	µA	$V_{CC} = 5{,}25$ V, $V_{IH} = 2{,}4$ V	
	Entrée donnée				40	µA		
Courant d'entrée Logique 0	V_B, horloge	I_{IL}		-500	-800	µA	$V_{CC} = 5{,}25$ V, $V_{IL} = 0{,}4$ V	
	Entrée données			-250	-400	µA		
Dissipation totale par carte (4)		P_D		0,66n		W	$V_{CC} = 5$ V, $V_{COL} = 2{,}6$ V 15 DEL éclairées par caractère $V_B = 2{,}4$ V	

* Toutes les valeurs typiques sont spécifiées pour $V_{CC} = 5$ V et $T_A = 25$°C, sauf spécifications contraires.

Notes :

1. Le fonctionnement au-dessus de 50° C (70° C max.) est possible en utilisant une ventilation forcée par air, appliquée perpendiculairement à la carte côté composants du HDSP-247X (150 fpm au niveau de la mer)
2. n = nombre de boîtiers HDSP-2000 constituant l'afficheur :
   HDSP-2416 n = 4
   HDSP-2424 n = 6
   HDSP-2432 n = 8
   HDSP-2440 n = 10
3. T_j = température du boîtier juste avant la mesure de luminosité
4. Dissipation totale tous caractères éclairés

CONSIDERATIONS GENERALES

Les cartes de commande HDSP-2470/-2471/-2472 pour afficheurs alphanumériques permettent l'interface entre un système alphanumérique ASCII quelconque et les afficheurs HDSP-2000. La donnée ASCII peut être introduite dans le système dans l'un des 4 modes suivants : entrée à droite, à gauche, par RAM, par bloc de données. Les données sont stockées dans la mémoire RAM interne du système. Les données décodées assurent le rafraîchissement de l'affichage de 4 à 48 caractères.

L'interface d'un système quelconque est réalisé au moyen de huit entrées DONNEES, cinq entrées ADRESSE RAM, une entrée SELECTION DE CIRCUIT (CHIP SELECT), une entrée REMISE A ZERO, sept sorties DONNEES, une sortie PRET, une sortie DONNEE VALIDE et une sortie VALIDATION COLONNE. Un niveau bas à l'entrée REMISE A ZERO efface l'afficheur et initialise le système. Un niveau bas à l'entrée SELECTION DE CIRCUIT provoque le chargement des données appliquées sur les ENTREES DONNEES et les entrées ADRESSE RAM. La carte de commande émet un mot d'état, une adresse curseur et 32 caractères ASCII transmis aux sorties SORTIE DONNEE et DONNEE VALIDE pendant que le système attend le rafraîchissement de la colonne suivante de l'afficheur. La sortie VALIDATION COLONNE peut être utilisée pour synchroniser la fonction SORTIE DONNEE. Le synoptique des cartes de commande HDSP-2470/-2471 et -2472 est donné ci-après.

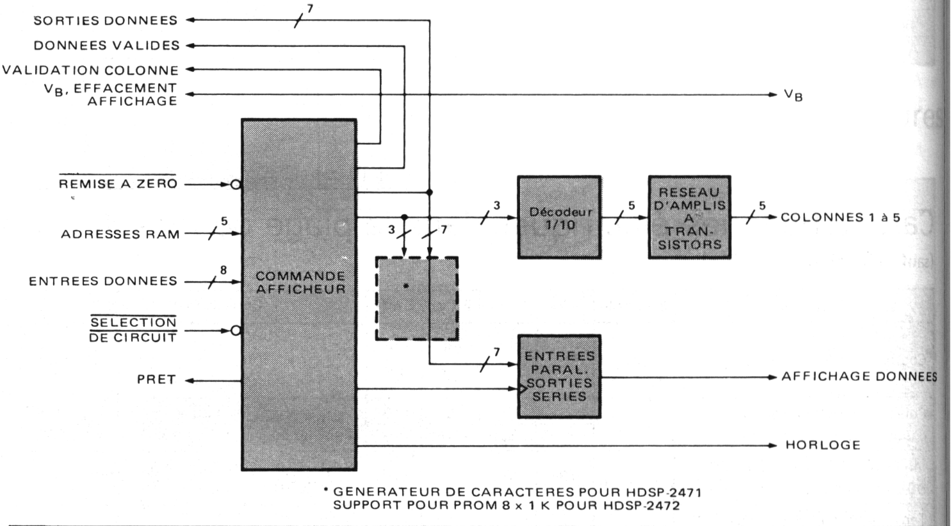


FIGURE 1 — Synoptique des cartes de commande HDSP-2470/-2471/-2472

L'interface entre la carte de commande et les afficheurs HDSP-2000 est réalisée par l'intermédiaire de cinq SORTIES COLONNE, une sortie HORLOGE, une sortie AFFICHAGE DONNEE et la sortie VALIDATION COLONNE. L'utilisateur doit raccorder la sortie AFFICHAGE DONNEE à l'entrée ENTREE DONNEE de l'afficheur HDSP-2000 situé à l'extrême gauche et raccorder sa broche SORTIE DONNEE à la broche ENTREE DONNEE de l'afficheur suivant et ainsi de suite jusqu'au dernier afficheur. Chaque borne SORTIE COLONNE du système doit être raccordée à la borne ENTREE COLONNE sur chaque boîtier HDSP-2000. Les afficheurs HDSP-24XX sont conçus pour être raccordés directement à la carte de commande HDSP-247X. Les bornes SORTIE COLONNE débitent suffisamment de courant pour alimenter un ensemble d'afficheurs à 48 caractères. La modulation par impulsion de l'intensité lumineuse peut être réalisée en raccordant la ligne VALIDATION COLONNE à l'entrée d'un multivibrateur monostable et la sortie de ce dernier à l'entrée V_B des afficheurs HDSP-2000. Le système est réglé pour rafraîchir l'afficheur à la cadence de 100 Hz. La durée de l'impulsion VALIDATION COLONNE est définie pour obtenir l'intensité lumineuse maximale (voir Figure 2).

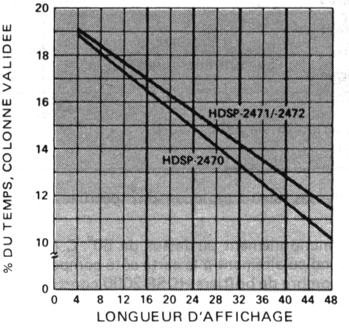


FIGURE 2 — Temps de validation de colonne en fonction de la longueur de l'affichage pour les cartes de commande HDSP-2470/-2471/-2472

MODE DE COMMANDE/ENTREE DES DONNEES

Le fonctionnement de la carte de commande HDSP-247X est assuré par l'intermédiaire d'un mot de 8 bits qui fournit au contrôleur soit un mot de commande soit une entrée donnée standard ASCII. En plus, les deux lignes de commande, SELECTION DE CIRCUIT et PRET, fournissent des signaux permettant de dialoguer avec le SYSTEME.

Un niveau logique bas appliqué sur la ligne SELECTION DE CIRCUIT ($> 6\ \mu s$) permet à la carte de commande de lire les huit lignes ENTREE DONNEE et détecte la présence soit d'un mot de commande, soit d'un mot de données ASCII en fonction de l'état logique du bit le plus significatif (D_7). Si la carte détecte un état logique haut en D_7, l'état de D_6 à D_0 déterminera le mode d'entrée de la donnée et le nombre de caractères alphanumériques à afficher.

Le format du mot de commande à 8 bits est indiqué dans les tableaux de la Figure 3. Pour le mot de commande (D_7 état haut), les bits D_6 et D_5 définissent le mode d'entrée choisi (à gauche, à droite, etc.), et les bits D_3 et D_0 déterminent la longueur de l'affichage. Le bit D_4 est ignoré.

Les entrées du mot de commande sont d'abord vérifiées pour savoir si le mot de commande est valable. Le système ignore toute longueur d'affichage supérieure à 1011 pour le mode d'entrée à gauche, à droite, par groupe de données et à 0111 en mode d'entrée par RAM. Si le mot est valable, le tableau de la Figure 4, Position actuelle - Position suivante, permet de déterminer s'il faut ou non effacer l'affichage. Pour des affichages dépassant 32 caractères, l'entrée par RAM peut être utilisée comme un outil d'édition très puissant ou pour pré-introduire le curseur. Avec d'autres transitions, la mémoire de données interne est effacée.

MOT DE COMMANDE

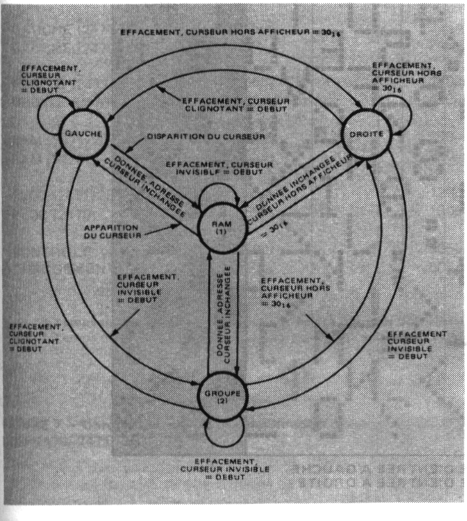
D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
1	X	X	–	Y	Y	Y	Y

Y Y Y Y	LONGUEUR D'AFFICHAGE
0 0 0 0	4 CARACTERES
0 0 0 1	8 ″
0 0 1 0	12 ″
0 0 1 1	16 ″
0 1 0 0	20 ″
0 1 0 1	24 ″
0 1 1 0	28 ″
0 1 1 1	32* ″
1 0 0 0	36 ″
1 0 0 1	40 ″
1 0 1 0	44 ″
1 0 1 1	48 ″

* Maximum en mode d'entrée par RAM

X X	MODE D'ENTREE DES DONNEES
0 0	MODE D'ENTREE PAR RAM
0 1	MODE D'ENTREE A GAUCHE
1 0	MODE D'ENTREE A DROITE
1 1	MODE D'ENTREE PAR BLOC

FIGURE 3 – Format du mot de commande pour les cartes de commande HDSP-2470/-2471/-2472



(1) LE MOT D'ENTREE PAR RAM EST VALABLE POUR L'AFFICHAGE DE 32 CARACTERES OU MOINS

(2) A LA SUITE DU PASSAGE DU MODE RAM EN MODE GROUPE LORSQUE L'ADRESSE DU CURSEUR EST 48 (30_{16}) PENDANT LA TRANSITION, LE PREMIER CARACTERE ASCII VALABLE SERA IGNORE, ET LE SECOND CARACTERE SERA INTRODUIT A L'EXTREME GAUCHE DE L'AFFICHEUR

LE DEBUT EST DEFINI COMME SUIT :

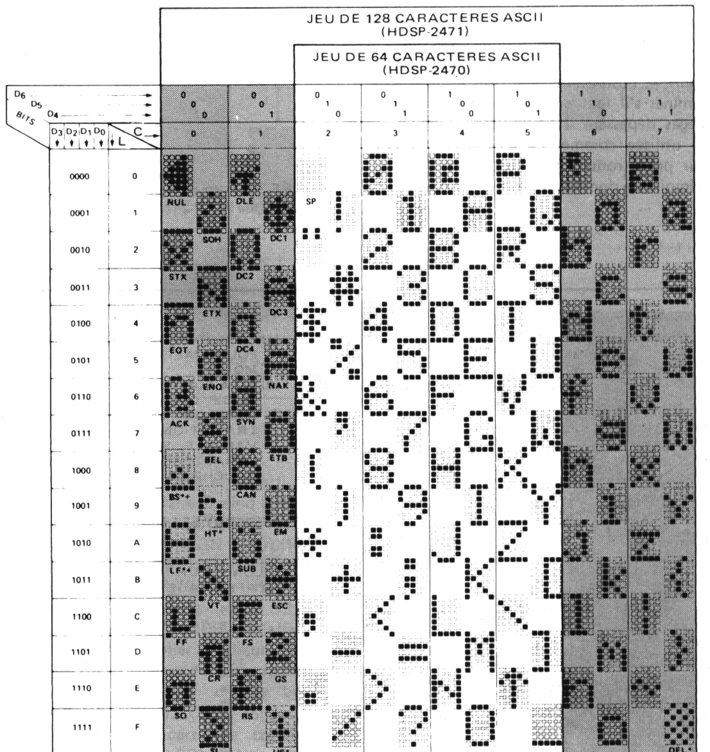
LONGUEUR D'AFFICHAGE	ADRESSE CURSEUR DE DEBUT
4	$2C_{16}$, 44_{10}
8	28_{16}, 40_{10}
12	24_{16}, 36_{10}
16	20_{16}, 32_{10}
20	$1C_{16}$, 28_{10}
24	18_{16}, 24_{10}
28	14_{16}, 20_{10}
32	10_{16}, 16_{10}
36	$0C_{16}$, 12_{10}
40	08_{16}, 8_{10}
44	04_{16}, 4_{10}
48	00_{16}

FIGURE 4 – Diagramme état présent - état suivant du système de commande HDSP-2470/-2471/-2472 pour afficheurs alphanumériques

Si D_7 est au niveau logique bas pendant la lecture des lignes ENTREE DONNEE, la carte de commande interprètera D_6 à D_0 comme des données standard ASCII à stocker, décoder et afficher. Le système accepte 7 bits ASCII dans les trois versions. Cependant, le HDSP-2470 n'affiche que les 64 caractères majuscules du code ASCII 20_{16} (espaces) à $5F_{16}$ (—) et ignore tous les caractères ASCII hors de cette zone à l'exception des caractères choisis comme commande d'affichage. Les commandes d'affichage sont décrites Figure 5. Les jeux de caractères affichables avec les HDSP-2470 et -2471 sont indiquées Figure 6.

MOT DE DONNEES	D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0		
AFFECTATION ASCII	0	A	A	A	A	A	A	A	COMMANDE D'AFFICHAGE	
LF		0	0	0	1	0	1	0	EFFACEMENT	Valables en mode d'entrée à droite / Valables en mode d'entrée à gauche
BS		0	0	0	1	0	0	0	ESPACE ARRIERE	Valables en mode d'entrée à droite / Valables en mode d'entrée à gauche
HT		0	0	0	1	0	0	1	ESPACE AVANT	Valables en mode d'entrée à gauche
US		0	0	1	1	1	1	1	INSERTION CARACTERES	Valables en mode d'entrée à gauche
DEL		1	1	1	1	1	1	1	SUPPRESSION CARACTERE	Valables en mode d'entrée à gauche

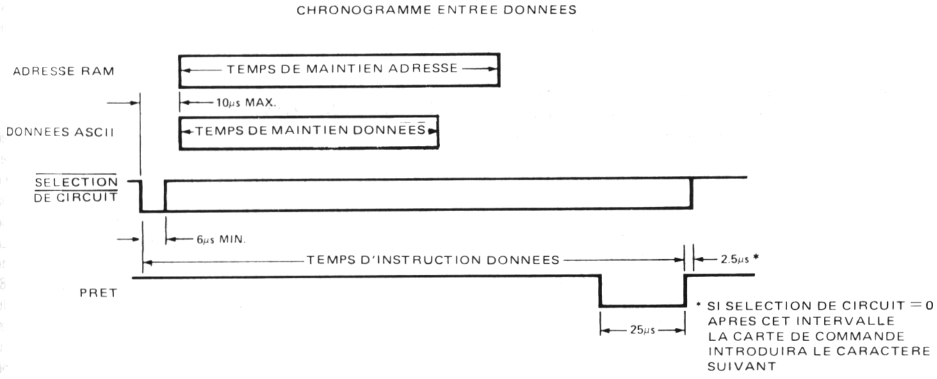
FIGURE 5 – Commande d'affichage sur HDSP-2470/-2471/-2472



* COMMANDES D'AFFICHAGE EN MODE D'ENTREE A GAUCHE
\+ COMMANDES D'AFFICHAGE EN MODE D'ENTREE A DROITE
C : COLONNE
L : LIGNE

FIGURE 6 – Police de caractères avec HDSP-2470 (police réduite de 64 caractères ASCII) et avec HDSP-2471 (police de 128 caractères ASCII)

Que ce soit un mot de commande ou un mot de données ASCII qui se présente à l'entrée, un signal PRET est fourni par la carte de commande une fois que le mot à l'entrée est introduit. Ce signal PRET se met au niveau bas pendant 25 µs et sur une transition positive, une nouvelle impulsion SELECTION DE CIRCUIT peut être reçue par la carte. Les temps de saisie des données apparaissent à la Figure 7.



TEMPS DE SAISIE DES DONNEES (MAX.) DANS LA GAMME DE TEMPERATURES PRECONISEES (0°C à + 55°C)

MODE D'ENTREE DES DONNEES			FONCTION					
HDSP-	TEMPS DE MAINTIEN DES DONNEES*		ENTREE DONNEES	ESPACE ARRIERE	EFFA-CEMENT	ESPACE AVANT	CARACTERE SUPPRESSION	INSERTION
GAUCHE (2471/2)	135µs		235µs	195µs	505µs	205µs	725µs	725µs
GAUCHE (2470)	150µs		245µs	215µs	530µs	225µs	745µs	735µs
DROITE (2471/2)	85µs		480µs	470µs	465µs			
DROITE (2470)	105µs		490µs	490µs	485µs			
RAM (2471/2)	55µs	120µs**	190µs					
RAM (2470)	55µs	130µs**	200µs					
BLOC (2471/2)	55µs		120µs	(155µs POUR LE CARACTERE DE L'EXTREME DROITE)				
BLOC (2470)	55µs		130µs	(165µs POUR LE CARACTERE DE L'EXTREME DROITE)				
CONTROLE CHARGEMENT (2471/2)	50µs		505µs					
CONTROLE CHARGEMENT (2470)	50µs		505µs					

* Temps minimal pendant lequel l'entrée des données doit rester valide après que SELECTION DE CIRCUIT passe à l'état bas
** Temps minimal pendant lequel l'adresse RAM doit rester valide après que SELECTION DE CIRCUIT passe à l'état bas

FIGURE 7 – Chronogramme de saisie des données et temps nécessaire à leur introduction avec les cartes de commande HDSP-2470/-2471/-2472

MODE D'ENTREE A GAUCHE

Dans ce mode, les caractères sont introduits comme sur une machine à écrire, c'est-à-dire, les uns après les autres en partant du début de ligne (justification à gauche). Un curseur clignotant indique l'endroit où apparaîtra le caractère suivant. La commande EFFACEMENT introduit une suite d'espaces sur toute l'étendue de l'afficheur et ramène le curseur à l'extrême gauche de celui-ci. Les commandes ESPACE AVANT et ESPACE ARRIERE déplacent le curseur sans modifier l'emplacement des caractères, ainsi l'utilisateur peut reculer jusqu'à un certain emplacement, insérer un caractère puis ensuite déplacer le curseur vers la droite. La fonction SUPPRESSION efface le caractère repéré par le curseur et fait déplacer d'un cran vers la gauche l'ensemble des caractères affichés pour combler le vide. La fonction INSERTION CARACTERE introduit un indicateur d'état à l'intérieur du système et permet d'insérer un ou plusieurs caractères ASCII à la gauche du curseur. Au fur et à mesure que sont introduits les nouveaux caractères, le curseur, le caractère repéré par le curseur et tous les caractères à droite de celui-ci sont déplacés d'un cran vers la droite. L'arrêt de cette fonction est obtenu par une seconde introduction de la fonction INSERTION CARACTERE, ou par l'introduction de l'une des fonctions ESPACE ARRIERE, ESPACE AVANT, EFFACEMENT, SUPPRESSION. En mode d'entrée à gauche, lorsque l'affichage est complété, le système ignore tous les caractères sauf ESPACE ARRIERE et EFFACEMENT. Dans ce système, le curseur ne peut se déplacer qu'entre le caractère situé à l'extrême gauche de l'afficheur et l'extrême droite de celui-ci, juste après le dernier caractère (hors écran).

MODE D'ENTREE A DROITE

En mode d'entrée à droite, les caractères sont affichés successivement de la droite vers la gauche en commençant par l'extrême droite. Chaque caractère se trouve décalé d'un cran vers la gauche au fur et à mesure que les caractères sont introduits sur la droite. Dans ce mode, le système peut emmagasiner 48 caractères ASCII, seuls les derniers caractères entrés sont affichés. La fonction EFFACEMENT introduit une suite d'espaces sur tout l'afficheur. La fonction ESPACE ARRIERE déplace l'affichage entier d'un cran à droite supprimant le dernier caractère introduit et affichant le caractère suivant stocké dans la mémoire tampon de 48 caractères. Ce mode d'entrée permet de réaliser très facilement des affichages à défilement continu. Les fonctions ESPACE AVANT, INSERTION et SUPPRESSION représentent des caractères car elles ne sont pas traitées en tant que fonction d'édition. Dans ce mode d'introduction, le curseur est situé immédiatement à droite (hors écran).

MODE D'ENTREE PAR BLOC

Ce mode d'entrée est le plus rapide. Les caractères sont introduits de la gauche vers la droite comme en mode d'entrée à gauche. Cependant, lorsque l'afficheur est complètement occupé et que l'on entre un nouveau caractère ASCII, celui-ci est introduit à l'extrême gauche remplaçant le caractère précédemment affiché. Le curseur, toujours invisible, est introduit avec l'adresse du caractère qui doit être affiché à la suite. Ce mode permet la visualisation des 128 caractères ASCII. L'afficheur peut être effacé et le curseur replacé à l'extrême gauche en introduisant un nouveau mot de commande BLOC.

MODE D'ENTREE PAR RAM

Dans ce mode, les caractères ASCII sont entrés à l'adresse spécifiée par l'adresse RAM à 5 bits. Du fait qu'il n'existe que 5 lignes d'adresse, ce mode d'affichage n'autorise la visualisation que de 32 caractères ou moins. Quelle que soit la longueur de l'afficheur, l'adresse 00 concerne le caractère le plus à gauche. Dès qu'une adresse RAM dépasse la longueur voulue, elle est ignorée. Le curseur étant invisible, il est toujours introduit avec l'adresse du caractère suivant à rentrer, ce qui permet de l'insérer avec une adresse avant de passer sur un autre mode d'entrée. Ce mode d'introduction permet d'utiliser les 128 caractères ASCII car aucun n'est interprété comme une fonction de commande. L'afficheur est effacé par un nouveau mot de commande RAM.

SORTIE DES DONNEES

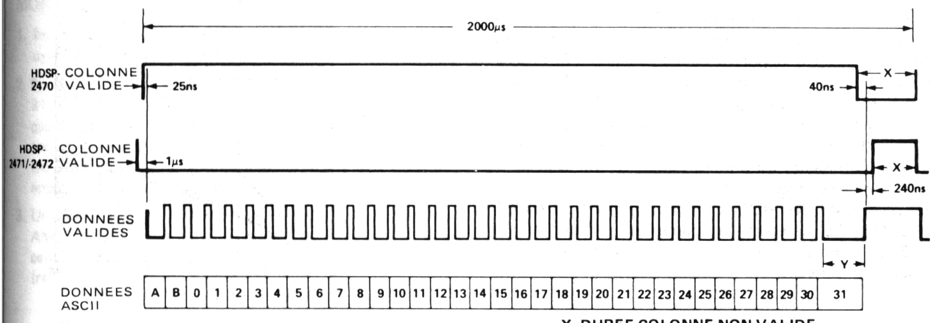
Lorsque l'on visualise 32 caractères ou moins, la donnée stockée sur la RAM interne est disponible dans les intervalles compris entre les cycles de rafraîchissement. Le système émet un mot d'état, l'adresse du curseur et la données ASCII de 32 caractères. Le mot d'état indique le mode d'entrée et la longueur d'affichage du système. Le mot d'état en sortie diffère légèrement du mot de commande à l'entrée. Cette différence est visible Figure 8. Quelle que soit la longueur de l'affichage, l'adresse du curseur du caractère de l'extrême droite est 47 ($2F_{16}$) et l'adresse hors écran du curseur 48 (30_{16}). L'adresse du curseur du caractère le plus à gauche est définie comme l'adresse 48 moins la longueur d'affichage. La formule générale pour avoir l'adresse du curseur est la suivante :

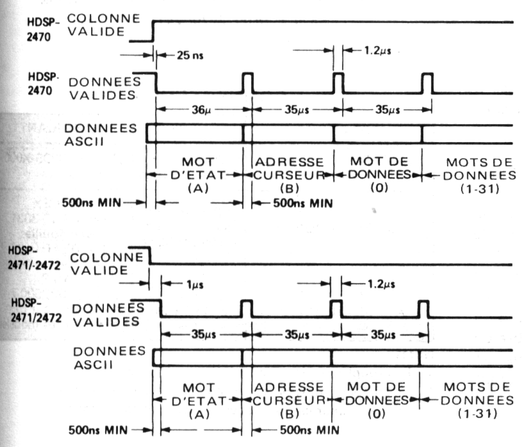
ADRESSE DU CURSEUR =
(47 – longueur d'affichage) +
nombre de caractères depuis la gauche

Par exemple, supposons que l'on affiche 16 caractères alphanumériques et que le curseur clignote sur le troisième chiffre à partir de la gauche, l'adresse du curseur est alors : $47 - 16 + 3$ ou 34 (22_{16}) et le 18ème mot de données ASCII correspondra au caractère ASCII situé à l'endroit du curseur. En mode d'entrée A GAUCHE ou PAR BLOC, l'adresse du curseur indique toujours l'emplacement où le caractère de donnée ASCII suivant doit être introduit. En mode d'entrée RAM, les données venant par la droite, l'adresse du curseur est toujours 48 (30_{16}). Le front négatif de l'impulsion de sortie DONNEE VALIDE peut être utilisé pour stocker 34 mots SORTIE DONNEE sur le système de l'utilisateur. Le diagramme des temps SORTIE DONNEE des HDSP-247X est résumé Figure 8. Lorsque l'on affiche plus de 32 caractères seul le mot d'état est disponible en sortie entre les cycles de rafraîchissement.

MISE SOUS TENSION DU SYSTEME

Lorsque le système est mis sous tension, il efface l'affichage et vérifie l'état où se trouve la borne ENTREE DONNEE, D_7. Si $D_7 > 2$ V, le système stocke le mot de commande disponible sur les bornes ENTREE DONNEE. Si $D_7 \leqslant 0{,}8$ V ou que le système détecte un mot de commande non valide, le système se place en mode d'entrée à gauche pour afficher 32 caractères, avec curseur clignotant à l'emplacement le plus à gauche. Pour que la fonction REMISE A ZERO ALIMENTATION fonctionne correctement, l'alimentation doit être commutée à une vitesse supérieure à 100 V/s. De plus, le système peut être remis à zéro en plaçant l'entrée REMISE A ZERO à un niveau bas pendant au moins 50 ms. Le diagramme des temps est donné Figure 9.





X, DUREE COLONNE NON VALIDE

(HDSP-2470) :
30,5 μs + 20 μs X Longueur d'affichage
(HDSP-2471/-2472) :
17,5 μs + 17,5 μs X Longueur d'affichage

Y, DUREE ENTRE DONNEES VALIDES ET COLONNE NON VALIDE (Longueur d'affichage ⩽ 32 caractères)

(HDSP-2470) :
813,5 μs − 20 μs X Longueur d'affichage
(HDSP-2471/-2472) :
826,2 μs − 17,5 μs X Longueur d'affichage

FORMAT DU MOT D'ETAT (MOT A)

D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0	
0	0	0	Y	Y	Y	Y	ENTREE PAR RAM
0	0	1	Y	Y	Y	Y	ENTREE PAR BLOC
0	1	0	Y	Y	Y	Y	ENTREE A GAUCHE
1	0	0	Y	Y	Y	Y	ENTREE A DROITE

YYYY = LONGUEUR D'AFFICHAGE

FORMAT DE L'ADRESSE CURSEUR (MOT B)

ADRESSE CURSEUR :
(47 − Longueur d'affichage) + Nombre de caractères à partir de la gauche

FORMAT DU MOT DE DONNEES (MOTS 0-31)

DONNEES ASCII STANDARD pour lesquelles le mot (31) est le caractère ASCII affiché à l'extrême droite

FIGURE 8 — Chronogramme des sorties données et leur format avec cartes de commande HDSP-2470/-2471/-2472

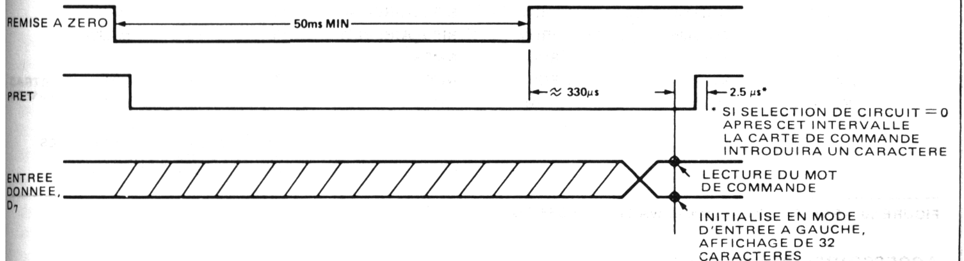


FIGURE 9 — Temps de remise à zéro à la mise sous tension du système pour les cartes de commande HDSP-2470/-2471/-2472

JEUX DE CARACTERES SPECIAUX

La carte de commande HDSP-2472 a été conçue pour permettre à l'utilisateur d'employer un jeu de 128 caractères ASCII spéciaux. Un support de circuits intégrés à 24 broches permet d'utiliser des mémoires PROM, EPROM ou ROM 8 x 1 K spécialement programmées. La ROM doit avoir un temps d'accès inférieur à 500 ns avec $I_{IL} \leq |-0{,}4\ mA|$ et $I_{IH} \leq 40\ \mu A$. Une liste non exhaustive des différentes mémoires utilisables est donnée Figure 10. Un système de connexions amovibles est prévu sur le circuit imprimé pour pouvoir utiliser des ROM dont la sortie VALIDATION CIRCUIT (DEL) nécessite le raccordement soit sur 0 V, soit sur 5 V. Pour plus amples informations sur ces ROM, consulter le fabricant.

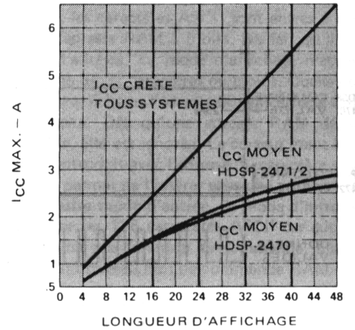


FIGURE 11 – I_{CC} max. et moyen pour les cartes de commande HDSP-2470/-2471/-2472 avec afficheurs HDSP-2000.

ALIMENTATION

Les cartes de commande HDSP-247X sont alimentées à partir d'une source 5 V unique. Les différents courants d'alimentation I_{CC} nécessaires pour alimenter un HDSP-247X et un afficheur HDSP-24XX sont donnés Figure 11. Le courant crête I_{CC} est le courant instantanné nécessaire au système. Le courant crête I_{CC} maximal est obtenu pour $V_{CC} = 5{,}25$ V avec 7 points illuminés sur la même colonne de chaque caractère de l'afficheur. Ce courant d'appel peut être fourni par l'alimentation et le condensateur de filtrage. Le courant I_{CC} moyen maximal est obtenu pour $V_{CC} = 5{,}25$ V avec 21 points éclairés sur chacun des caractères de l'afficheur. L'adjonction d'un condensateur de N x 375 μF (N représentant le nombre de caractères de l'afficheur adjacent au HDSP-247X) permet d'obtenir une alimentation capable de fournir le courant moyen maximal I_{CC}.

CONNECTEURS

FONCTION	TYPE	FABRICANT
ENTREE COMMANDES /DONNEES	26 contacts câble en nappe	3M Réf. 3399-X000 séries
ALIMENTATION (1)	3 contacts avec système de verrouillage	MOLEX Réf. 09-50-3031 avec douilles Réf. 08-50-0106
COMMANDE AFFICHEUR (2, 3)	17 contacts carte à carte	AMP Réf. 1-530500-7 ou connecteur carte à fils d'autres modèles

Notes :

1. Fils souples section 0,52 à 0,81 mm² (jauge 18-20)
2. La longueur maximale du câble ne doit pas dépasser 1 m
3. Ce connecteur est fourni avec la carte de commande.

REFERENCE	FABRICANT	TYPE	CONSTITUTION	RACCORDEMENT EXTERIEUR* X	Y	Z
2758	Intel	EPROM	NMOS	MASSE	MASSE	+5
7608	Harris	PROM	BIPOLAIRE-NiCr	NC	NC	NC
3628-4	Intel	PROM	BIPOLAIRE-Si	+5	+5	MASSE
82S2708	Signetics	PROM	BIPOLAIRE-NiCr	NC	NC	NC
6381	Monolithic Mem.	PROM	BIPOLAIRE-NiCr	+5	+5	MASSE
6385	Monolithic Mem.	PROM	BIPOLAIRE-NiCr	NC	NC	NC
87S228	National	PROM	BIPOLAIRE-TiW	+5	+5	MASSE
93451	Fairchild	PROM	BIPOLAIRE-NiCr	+5	+5	MASSE
68308	Motorola	ROM	NMOS	**	NC	NC
2607	Signetics	ROM	NMOS	**	NC	NC
30000	Mostek	ROM	NMOS	**	+5	NC

* LES CAVALIERS DE LA CARTE CORRESPONDENT AUX BROCHES 18, 19 ET 21 DE LA ROM
** SELON BESOINS DU CLIENT

FIGURE 10 – ROM 8 x 1 K compatibles avec la carte HDSP-2472

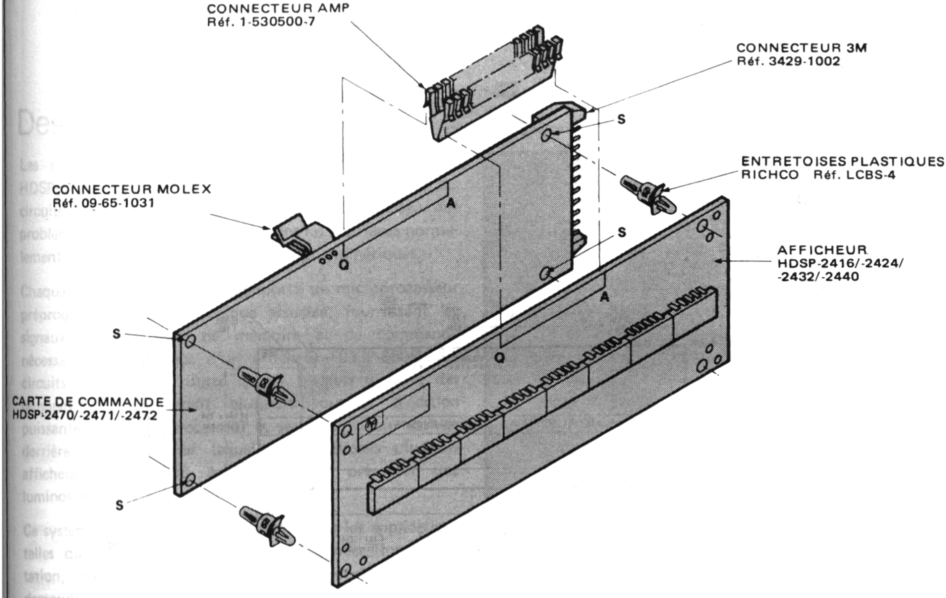
ACCESSOIRES DE MONTAGE

La conception du HDSP-247X permet de l'assembler directement sur la carte de circuit imprimé supportant les afficheurs. Ceux-ci sont constitués de plusieurs boîtiers HDSP-2000, vérifiés et contrôlés pour un éclairement homogène. A la carte de commande HDSP-247X, sont joints : 1 connecteur AMP, réf. 1-530500-7; 4 entretoises en nylon à languettes de verrouillage (RICHCO LCBS-4). Le montage correct est indiqué Figure 12.

MONTAGE

1. Introduire l'extrémité la plus longue des entretoises en nylon dans les trous «S» (HDSP-247X).
2. Placer les deux cartes face contre face, avec composants à l'extérieur, le sigle HP se trouvant à la partie supérieure gauche des cartes quand on retourne l'ensemble. Introduire l'autre extrémité des entretoises dans les trous correspondant de la carte supportant les afficheurs, appuyer sur les cartes jusqu'à encliquetage.
3. Une fois les entretoises verrouillées, monter le connecteur AMP à cheval sur chaque carte en vérifiant bien le centrage du premier contact sur la piste A de la carte (repérer A et Q sur la Figure 12).

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS



Dimensions

CONNECTEUR 3M
26 CONTACTS
HDSP 2470/ 2471/ 2472

BORNE	FONCTION
1	SÉLECTION DE CIRCUIT
2	DONNEE VALIDE
3	ADRESSE RAM A_0
4	ENTREE DONNEE D_1
5	ADRESSE RAM A_1
6	REMISE A ZERO
7	ADRESSE RAM A_2
8	SORTIE DONNEE DO_6
9	ADRESSE RAM A_3
10	SORTIE DONNEE DO_5
11	ENTREE DONNEE D_0
12	SORTIE DONNEE DO_4
13	ENTREE DONNEE D_1
14	SORTIE DONNEE DO_3
15	ENTREE DONNEE D_2
16	SORTIE DONNEE DO_2
17	ENTREE DONNEE D_3
18	SORTIE DONNEE DO_1
19	ENTREE DONNEE D_4
20	SORTIE DONNEE DO_0
21	ENTREE DONNEE D_5
22	PRET
23	ENTREE DONNEE D_6
24	COLONNE VALIDE
25	ADRESSE RAM A_4
26	EFFACEMENT AFFICHEUR V_B

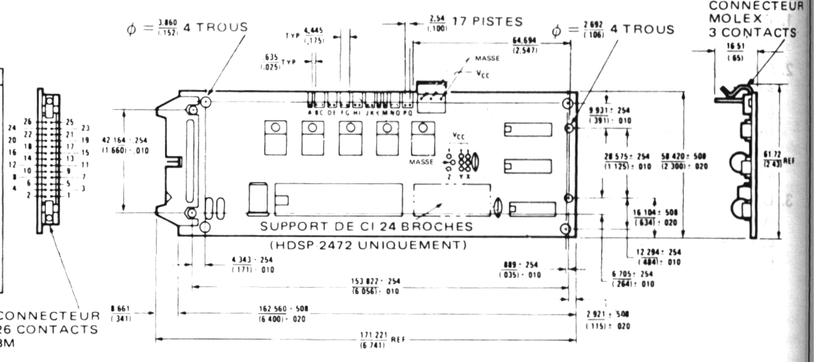
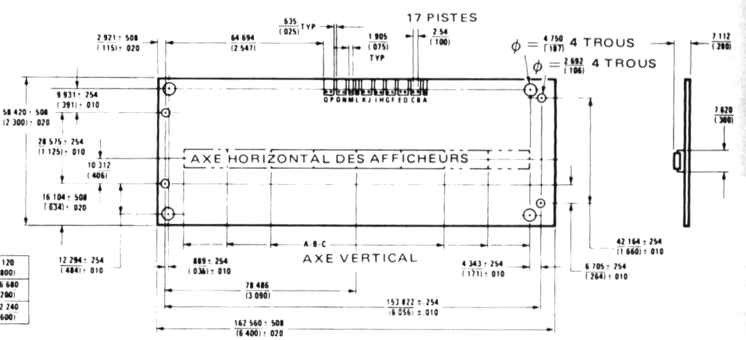


FIGURE 13 — HDSP-2470/-2471/-2472

CONNECTEUR CARTE A CARTE
17 CONTACTS
HDSP 2416/ 2424/ 2432/ 2440
HDSP 2470/ 2471/ 2472

BORNE	FONCTION
A	EFFACEMENT AFFICHEUR V_B
B, C	COLONNE 1
D, E	COLONNE 2
F, G	COLONNE 3
H, I	COLONNE 4
J, K	COLONNE 5
L	HORLOGE
M	AFFICHAGE DONNEES
N, O	V_{CC}
P, Q	MASSE



A	HDSP 2416	71 120 (2 800)
B	HDSP 2424	106 680 (4 200)
C	HDSP 2432	142 240 (5 600)

FIGURE 14 — HDSP-2416/-2424/-2432

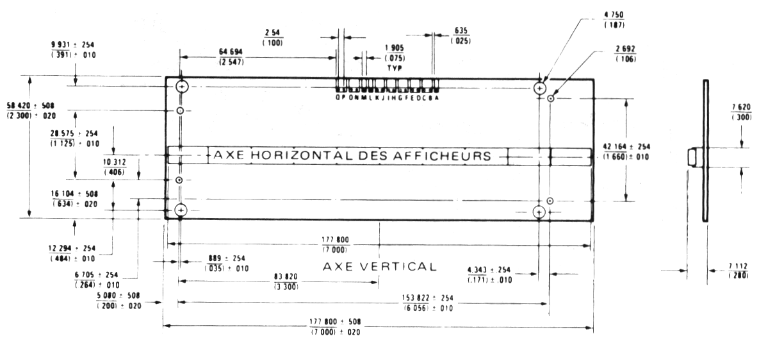


FIGURE 15 — HDSP-2440

DIMENSIONS EN MILLIMETRES (POUCES)
SAUF SPECIFICATIONS CONTRAIRES

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

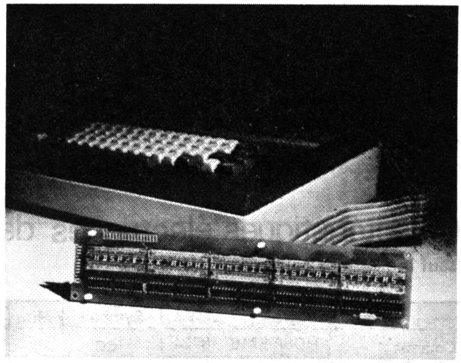
SYSTÈME D'AFFICHAGE ALPHANUMÉRIQUE 16 SEGMENTS A DEL

HDSP-8716, -8724, -8732, -8740

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- SYSTEME D'AFFICHAGE ALPHANUMERIQUE COMPLET CONSTITUE D'AFFICHEURS HDSP-6508
- GENERATEUR 64 CARACTERES ASCII
- AFFICHEUR 16, 24, 32 OU 40 CARACTERES SELON MODELE
- MULTIPLES FORMATS D'ENTREE DES DONNEES — à gauche, à droite, par RAM, par groupe
- FONCTIONS EDITION DE TEXTE : CURSEUR, ESPACE ARRIERE, ESPACE AVANT, INSERTION, SUPPRESSION, RETOUR CHARIOT, EFFACEMENT
- SORTIE DES DONNEES POSSIBLE
- SOURCE D'ALIMENTATION 5 V UNIQUE
- COMPATIBLE TTL
- INTERFACE FACILE AVEC CLAVIER OU MICROPROCESSEUR



Description

Les systèmes d'affichage alphanumériques de la série HDSP-87XX comportent un afficheur 16 segments et ses circuits de commande. Ces circuits libèrent l'utilisateur des problèmes de maintenance et réduisent les interfaces normalement nécessaires avec les afficheurs alphanumériques.

Chaque système d'affichage comporte un microprocesseur préprogrammé avec sa logique associée, fournissant les signaux de décodage, de mémoire et de commande nécessaires à l'interface d'un afficheur HDSP-6508. Ces circuits acceptent en outre quatre formats d'entrée des données et comportent plusieurs routines d'édition puissantes. Le microprocesseur et ses circuits sont montés derrière une carte sur laquelle sont alignés plusieurs afficheurs HDSP-6508 équilibrés pour présenter une luminosité homogène.

Ce système d'affichage est intéressant dans les applications telles que : terminaux d'entrée des données, instrumentation, machines à écrire électroniques et tout système demandant des afficheurs alphanumériques faciles à utiliser.

Référence	Description
HDSP-8716	Afficheur 16 caractères alphanumériques, constitué par deux HDSP-6508 alignés
HDSP-8724	Afficheur 24 caractères alphanumériques, constitué par trois HDSP-6508 alignés
HDSP-8732	Afficheur 32 caractères alphanumériques, constitué par quatre HDSP 6508 alignés
HDSP-8740	Afficheur 40 caractères alphanumériques, constitué par cinq HDSP 6508 alignés

HDSP-8716/-8724/-8732/-8740

Valeurs limites absolues

Vcc .... – 0,5 V à 6 V
Température ambiante de fonctionnement (T_A) .... 0°C à 70°C
Température de stockage (T_S) .... – 40°C à 85°C
Tension à l'une quelconque des entrées ou sorties .... – 0,5 V à 6 V

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité
Tension alimentation	V_{CC}	4,75	5,25	V
Sortie données, données valides, prêt, rafraîchissement	I_{OL}		3,2	mA
	I_{OH}		–80	µA
Actif, horloge	I_{OL}		1,6	mA
	I_{OH}		–40	µA

Caractéristiques électriques dans la plage de températures

(sauf indications contraires)

Paramètre		Symbole	Min.	Typ. 5	Max.	Unit.	Condition de mesure
Courant alimentation	HDSP-8716/ -8724	ICC		560	1150	mA	VCC = 5,25 V, «$», affiché à l'emplacement de chaque caractère, toutes sorties ouvertes.
	HDSP-8732/ -8740	ICC		700	1320	mA	
Intensité lumineuse par chiffre moyennée en temps 10 segments allumés par caractère [1]		Iv	0,24	0,70		mcd	VCC = 5 V, moyenne par chiffre «$» affiché à l'emplacement de chaque caractère, TA = 25°C
Seuil d'entrée niveau haut sauf remise à zéro.		VIH	2			V	VCC = 5 V ± 0,25 V
Seuil d'entrée niveau haut remise à zero [2]		VIH	3			V	
Seuil d'entrée niveau bas, toutes entrées		VIL			0,8	V	
Tension de sortie. Sortie données, données valides, prêt, rafraîchissement		VOH	2,4			V	IOH = –80 µA, VCC = 4,75 V
		VOL			0,5	V	IOL = 3,2 mA, VCC = 4,75 V
Tension de sortie actif, horloge		VOH	2,4			V	IOH = –40 µA, VCC = 4,75 V
		VOL			0,5	V	IOL = 1,6 mA, VCC = 4,75 V
Courant d'entrée, adresse extension [3]		IIH			–0,3	mA	VIH = 2,4 V, VCC = 5,25 V
		IIL			–0,6	mA	VIL = 0,5 V, VCC = 5,25 V
Courant d'entrée effacement		IIH			–0,5	mA	VIH = 2,4 V, VCC = 5,25 V
		IIL			–1	mA	VIL = 0,5 V, VCC = 5,25 V
Courant d'entrée, remise à zéro		IIH			–0,5	mA	VIH = 3 V, VCC = 5,25 V
		IIL			–1	mA	VIL = 0,5 V, VCC = 5,25 V
Entrée données, sélection de circuit, courant d'entrée		II	–10		+ 10	µA	0 < VI < VCC
Longueur d'onde crête		λ PEAK		655		nm	
Longueur d'onde dominante [4]		λ d.		640		nm	

Notes :

1. Le rapport des intensités entre les différents segments d'un caractère est tel que chaque segment à la même stérance lumineuse. Chaque segment a ainsi la même luminosité vis-à-vis de l'œil.
2. La remise à zéro peut se faire en mettant la sortie $\overline{\text{REMISE A ZERO}}$ à la masse soit par un interrupteur soit par une porte TTL pendant au moins 50 ms. Pour que la remise à zéro soit effective à la mise sous tension, la commutation doit se faire à une vitesse > 100 V/s.
3. Des surtensions peuvent se produire sur ces lignes, elles n'ont toutefois aucune action sur le fonctionnement des afficheurs HDSP-8716/-8724/-8732/-8740.
4. La longueur d'onde dominante est extraite du diagramme chromatique du CIE et représente la longueur d'onde définissant la couleur, en l'occurrence le rouge standard.
5. Toutes valeurs typiques pour V_{CC} = 5 V et T_A = 25°C sauf mention contraire.

CONSIDERATIONS GENERALES

Les dispositifs de commande d'affichage HDSP-8716/-8724/-8732/-8740 founissent l'interface entre un système alphanumérique ASCII quelconque et les afficheurs alphanumériques HDSP-6508 qui constituent la ligne de caractères. Les données ASCII sont introduites dans le système selon quatre modes possibles, gauche, droit, par RAM ou par bloc. La donnée ASCII est stockée sur la RAM interne au système. Le système d'affichage permet de réaliser des afficheurs de plusieurs lignes.

L'interface est assurée par huit entrées DONNEES, six entrées ADRESSE (mode RAM), une entrée SELECTION DE CIRCUIT, une entrée REMISE A ZERO, une entrée EFFACEMENT, une entrée EXTENSION, six sorties DONNEES, une sortie PRET, une sortie DONNEES VALIDES, une sortie RAFRAICHISSEMENT et une sortie HORLOGE. Un niveau bas appliqué à l'entrée REMISE A ZERO libère l'afficheur et initialise le dispositif. Un niveau bas sur l'entrée SELECTION DE CIRCUIT (DEL) autorise le chargement des données à partir des entrées DONNEES et ADRESSE. Un mot de commande spécial autorise le dispositif de commande à émettre un MOT D'ETAT, une ADRESSE CURSEUR et une ligne de caractères ASCII sur les sorties DONNEES et DONNEES VALIDES. Un niveau bas sur l'entrée EXTENSION permet d'utiliser un ou plusieurs dispositifs pour constituer un ensemble de deux ou plusieurs lignes de caractères. Une modulation par impulsion de l'intensité lumineuse peut être réalisée en reliant le circuit RAFRAICHISSEMENT à l'entrée d'un monostable dont la sortie attaque l'entrée EFFACEMENT. Un signal de cadencement à 400 kHz est disponible sur la sortie HORLOGE. La figure 1 illustre le synoptique des dispositifs HDSP-8716/-8724/-8732/-8740. Le dispositif est conçu pour une cadence de rafraîchissement de 100 Hz. Le rapport cyclique de l'afficheur est déterminé en fonction de chaque longueur d'affichage pour que l'éclairement soit maximal.

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

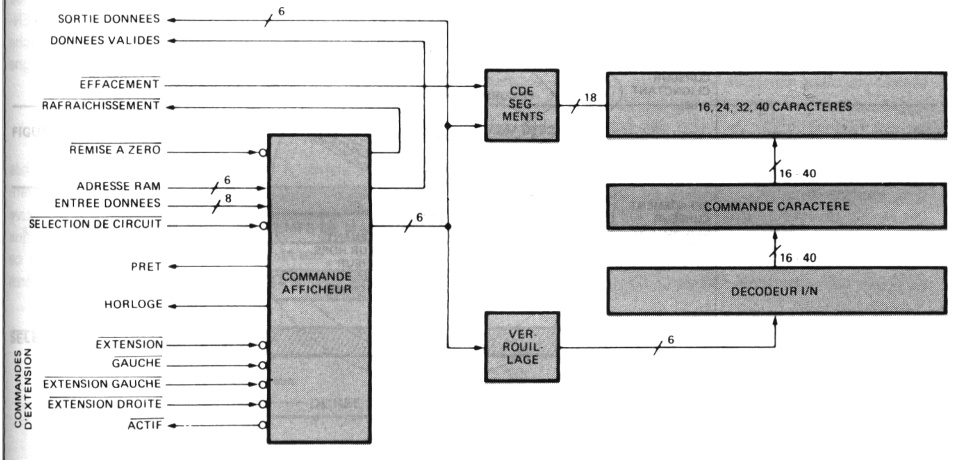


FIGURE 1 — Synoptique du système d'affichage alphanumérique HDSP-8716/-8724/-8732/-8740

MODE DE COMMANDE/ENTREE DES DONNEES

L'interface avec les HDSP-87XX est assurée par un mot de 8 bits qui fournit au dispositif soit un mot de commande, soit une donnée standard ASCII. Les deux lignes complémentaires SELECTION DE CIRCUIT et PRET fournissent en plus des signaux permettant le dialogue.

Un niveau logique bas appliqué à l'entrée SELECTION DE CIRCUIT (> 6 μs) met le système en mesure de lire les huit lignes ENTREE DONNEES et détecte en fonction de l'état logique du bit le plus significatif (D7), la présence soit d'un mot de commande soit d'un mot de donnée ASCII. Si D7 est à l'état logique haut, l'état de D_6 à D_0 déterminera le mode d'entrée des données et le nombre de caractères alphanumériques à afficher.

Le format du mot de contrôle à 8 bits est indiqué figure 2. Dans le mot de commande (D_7 haut), D_5 et D_4 définissent le mode d'entrée choisi (à gauche, à droite, etc.), D_3 à D_0 la longueur d'affichage. Le bit D_6 est ignoré.

Les entrées du mot de commande sont tout d'abord vérifiées pour contrôler sa validité. S'il est valable le diagramme position actuelle-position suivante de la figure 3 permet de déterminer s'il faut ou non effacer l'affichage. L'entrée par RAM peut être utilisée comme outil d'édition très puissant ou pour pré-introduire le curseur. Pour les autres transitions, la mémoire interne est effacée. Le mot de commande $1XXX11XX_2$ est utilisé par le dispositif de commande pour déclencher la fonction SORTIE DONNEES.

MOT DE COMMANDE
ENTREE DES DONNEES :

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
1	–	X	X	Y	Y	Y	Y

X	X	MODE D'ENTREE DES DONNEES
0	0	PAR RAM
0	1	A GAUCHE
1	0	A DROITE
1	1	PAR BLOC

Y	Y	Y	Y	LONGUEUR D'AFFICHAGE	
0	0	1	1	16 CARACTERES	HDSP-8716
0	1	0	1	24 CARACTERES	HDSP-8724
0	1	1	1	32 CARACTERES	HDSP-8732
1	0	0	1	40 CARACTERES	HDSP-8740

MOT DE COMMANDE
SORTIE DES DONNEES :

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0	
1	–	–	–	1	1	–	–	SORTIE DES DONNEES

FIGURE 2 – Format du mot de commande dans les systèmes d'affichage alphanumérique HDSP-8716/-8724/-8732/-8740

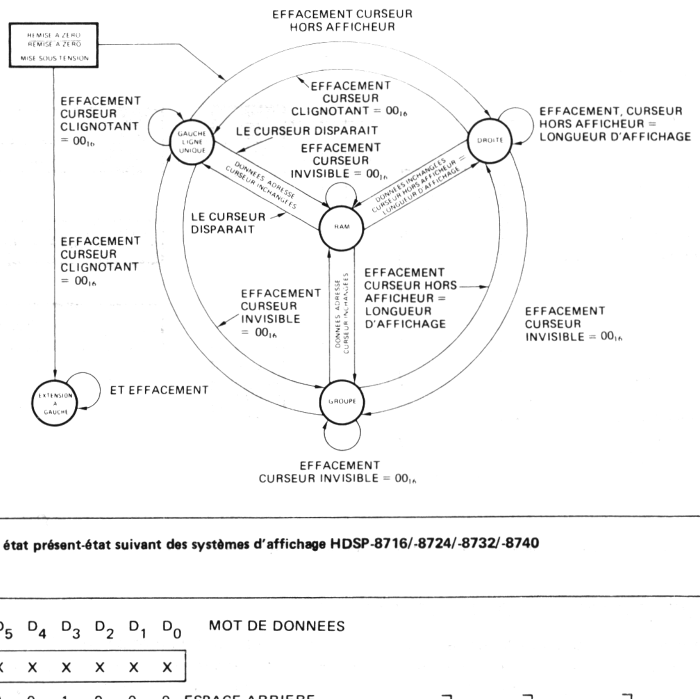


FIGURE 3 – Diagramme état présent-état suivant des systèmes d'affichage HDSP-8716/-8724/-8732/-8740

	D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0	MOT DE DONNEES			
	0	X	X	X	X	X	X	X				
BS		0	0	0	1	0	0	0	ESPACE ARRIERE	DROITE	GAUCHE (LIGNE UNIQUE)	GAUCHE AVEC EXTENSION*
LF		0	0	0	1	0	1	0	EFFACEMENT, NOUVELLE LIGNE*	DROITE	GAUCHE (LIGNE UNIQUE)	GAUCHE AVEC EXTENSION*
HT		0	0	0	1	0	0	1	ESPACE AVANT		GAUCHE (LIGNE UNIQUE)	GAUCHE AVEC EXTENSION*
CR		0	0	0	1	1	0	1	RETOUR CHARIOT		GAUCHE (LIGNE UNIQUE)	GAUCHE AVEC EXTENSION*
US		0	0	1	1	1	1	1	INSERTION CARACTERE		GAUCHE (LIGNE UNIQUE)	GAUCHE AVEC EXTENSION*
DEL		1	1	1	1	1	1	1	SUPPRESSION CARACTERE		GAUCHE (LIGNE UNIQUE)	GAUCHE AVEC EXTENSION*
VT		0	0	0	1	0	1	1	DESCENTE CURSEUR			GAUCHE AVEC EXTENSION*
FP		0	0	0	1	1	0	0	INITIALISATION CURSEUR,EFFACEMENT			GAUCHE AVEC EXTENSION*
RS		0	0	1	1	1	1	0	MONTEE CURSEUR			GAUCHE AVEC EXTENSION*

* AUTREMENT, LE CODE ASCII A 7 BITS

FIGURE 4 – Commande d'affichage des HDSP-8716/-8724/-8732/-8740

Si D_7 est au niveau logique bas pendant la lecture des lignes ENTREES DONNES, le dispositif interprète D_6 à D_0 comme des données standard ASCII à stocker, décoder et afficher. Le code utilisé est le code standard ASCII à 7 bits, dont le HDSP-87XX n'affiche cependant que les soixante quatre caractères majuscules $|20_{16}$ (espace) à $5F_{16}|$ illustrés figure 5 et ignore tous les autres sauf ceux choisis pour la commande d'affichage (figure 4).

Que ce soit un mot de commande ou un mot de donnée ASCII qui se présente à l'entrée, le dispositif émet un signal PRET une fois le mot introduit et traité. Ce signal PRET se met au niveau bas pendant 35 µs et sur la transition positive suivante le dispositif est à nouveau capable de recevoir une nouvelle impulsion $\overline{\text{SELECTION DE CIRCUIT}}$. Le diagramme du temps est indiqué figure 6.

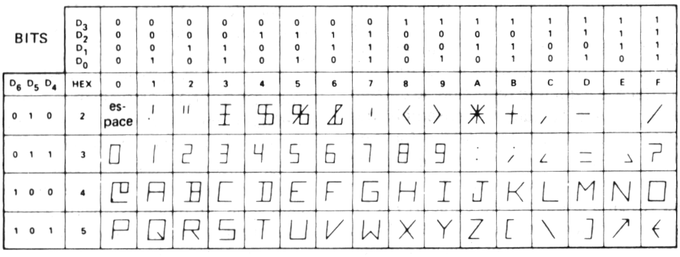
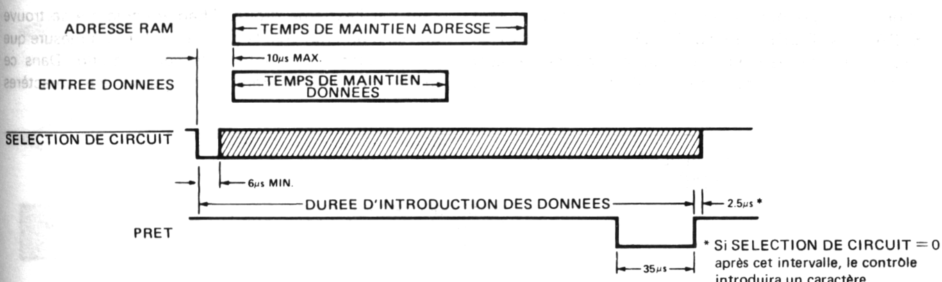


FIGURE 5 — Police de caractères affichés par les systèmes HDSP-8716/-8724/-8732/-8740



NOMBRE MAXIMAL DE SAISIE DES DONNEES DANS LA GAMME DE TEMPERATURE DE FONCTIONNEMENT

MODE D'ENTREE DES DONNEES		FONCTION XBX										
	Temps de maintien des données *	Entrée données	BS	HT	LF	CR	US	INSERT	DEL	VT	FF	RS
Gauche ligne unique	25µs	250µs	215µs	235µs	505µs	220µs	200µs	665µs	645µs			
Gauche lignes multiples	25µs	345µs	265µs	265µs	265µs	245µs	245µs	705µs	690µs	250µs	530µs	245µs
Droite	25µs	480µs	480µs		485µs							
Ram	25µs 145µs**	220µs										
Bloc	25µs	130µs (165µs APRES LE CARACTERE LE PLUS A DROITE)										
Commande	25µs	545µs										
Sortie données	25µs	280µs + 36nµs, n = NOMBRE DE CARACTERES AFFICHES										

* Temps minimal pendant lequel les entrées données doivent rester valides après que SELECTION DE CIRCUIT passe à l'état bas
** Temps minimal pendant lequel les entrées ADRESSE RAM doivent rester valides après que SELECTION DE CIRCUIT passe à l'état bas

FIGURE 6 — Chronogramme des entrées données et temps nécessaire à leur introduction dans les systèmes HDSP-8716/-8724/-8732/-8740

MODE D'ENTREE A GAUCHE

Dans ce mode, les caractères sont introduits comme sur une machine à écrire, c'est-à-dire, les uns derrière les autres en partant du début de ligne (justification à gauche). Un curseur clignotant indique l'endroit où apparaîtra le caractère suivant. La commande EFFACEMENT introduit une suite d'espaces sur toute l'étendue de l'afficheur et ramène le curseur à l'extrême gauche. Les commandes ESPACE AVANT et ESPACE ARRIERE déplacent le curseur sans modifier l'emplacement des caractères, ainsi l'utilisateur peut reculer jusqu'à un certain emplacement, insérer un caractère puis ensuite déplacer le curseur vers la droite. La commande RETOUR CHARIOT ramène le curseur à l'extrême gauche sans modifier le contenu de l'affichage. La fonction SUPPRESSION efface le caractère repéré par le curseur et déplace d'un cran vers la gauche l'ensemble des caractères affichés pour combler le vide. La fonction INSERTION CARACTERE introduit un indicateur d'état à l'intérieur du système et permet d'insérer un ou plusieurs caractères ASCII à la gauche du curseur. Au fur et à mesure que sont introduits les nouveaux caractères, le curseur, le caractère repéré par lui et tous les caractères à sa droite sont déplacés d'un cran vers la droite. L'arrêt de cette fonction est obtenu par une seconde introduction de la fonction INSERTION CARACTERE, ou par l'introduction de l'une des fonctions ESPACE ARRIERE, ESPACE AVANT, EFFACEMENT, RETOUR CHARIOT, SUPPRESSION. En mode d'entrée à gauche, lorsque tous les caractères de l'afficheur sont illuminés, le système ignore tous les caractères sauf ESPACE ARRIERE, EFFACEMENT et RETOUR CHARIOT. Dans ce système, le curseur ne peut se déplacer qu'entre les caractères situés à l'extrême gauche et l'extrême droite de l'afficheur juste après le dernier caractère (curseur invisible hors afficheur).

L'extension de l'entrée à gauche est commandée par la mise à la masse de l'entrée EXTENSION avant la REMISE A ZERO. Ce mode de fonctionnement permet d'utiliser une suite de plusieurs HDSP-87XX. Le dialogue entre chaque dispositif est obtenu en utilisant les entrées EXTENSION A DROITE (ERI) EXTENSION A GAUCHE (ELI) et la sortie ACTIF. En utilisant le câblage correct le curseur peut être déplacé circulairement de l'extrémité de la dernière ligne au début de la première, ou bien hors de l'écran, sa réapparition étant liée à la commande d'affichage INITIALISATION CURSEUR (FF). L'entrée extension à gauche ajoute trois commandes d'affichage : MONTEE CURSEUR qui renvoie le curseur sur le même emplacement de la ligne précédente, DESCENTE CURSEUR qui renvoie le curseur sur le même emplacement de la ligne suivante et INITIALISATION CURSEUR-EFFACEMENT (CLEAR/HOME) qui remplace tous les caractères de l'afficheur par des espaces et place le curseur à l'extrême gauche de la première ligne. En mode extension à gauche la commande EFFACEMENT est remplacée par la fonction ALIMENTATION LIGNE qui place le curseur à l'extrême gauche de la ligne suivante sans modifier le contenu de la ligne qu'il vient de quitter.

MODE D'ENTREE A DROITE

En mode d'entrée à droite, les caractères sont affichés successivement de la droite vers la gauche en commençant par l'extrême droite. Chaque caractère se trouve décalé d'un cran vers la gauche au fur et à mesure que les caractères sont introduits sur la droite. Dans ce mode, le système peut emmagasiner 48 caractères

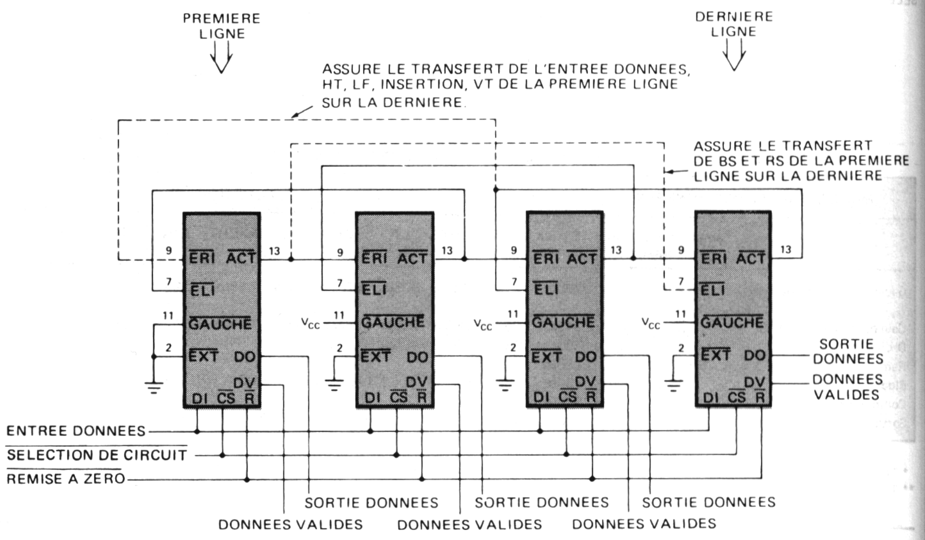


FIGURE 7 – Raccordement en mode extension à gauche avec HDSP-8716/-8724/-8732/-8740

ASCII, seuls les derniers caractères entrés sont affichés. La fonction EFFACEMENT introduit une suite d'espaces sur tout l'afficheur. La fonction ESPACE ARRIERE déplace l'affichage entier d'un cran à droite supprimant le dernier caractère introduit et affichant le caractère suivant stocké dans la mémoire tampon de 48 caractères. Ce mode d'entrée permet de réaliser très facilement des affichages à défilement continu. Dans ce mode d'introduction, le curseur est situé immédiatement à droite (hors écran).

MODE D'ENTREE PAR BLOC

Ce mode d'entrée est le plus rapide des quatre, les caractères sont introduits de la gauche vers la droite comme en mode entrée à gauche. Cependant, si l'on entre un nouveau caractère ASCII, lorsque l'afficheur est complètement occupé, il est introduit à l'extrême gauche supprimant et prenant la place du caractère précédemment affiché. Le curseur, toujours invisible, est introduit avec l'adresse du caractère qui doit être affiché à la suite. L'afficheur peut être effacé et le curseur replacé à l'extrême gauche en introduisant un nouveau mot de commande BLOC.

MODE D'ENTREE PAR RAM

Dans ce mode, les caractères ASCII sont entrés à l'adresse spécifiée par l'adresse RAM à 6 bits. Quelle que soit la longueur de l'afficheur, l'adresse 00 concerne le caractère le plus à gauche. Les adresses RAM hors de la plage sont ignorées. Le curseur étant invisible, il est toujours introduit avec l'adresse à la droite du précédent caractère, ce qui permet de l'introduire avec une adresse avant de passer sur un autre mode d'entrée. L'afficheur est effacé par un nouveau mot de commande RAM.

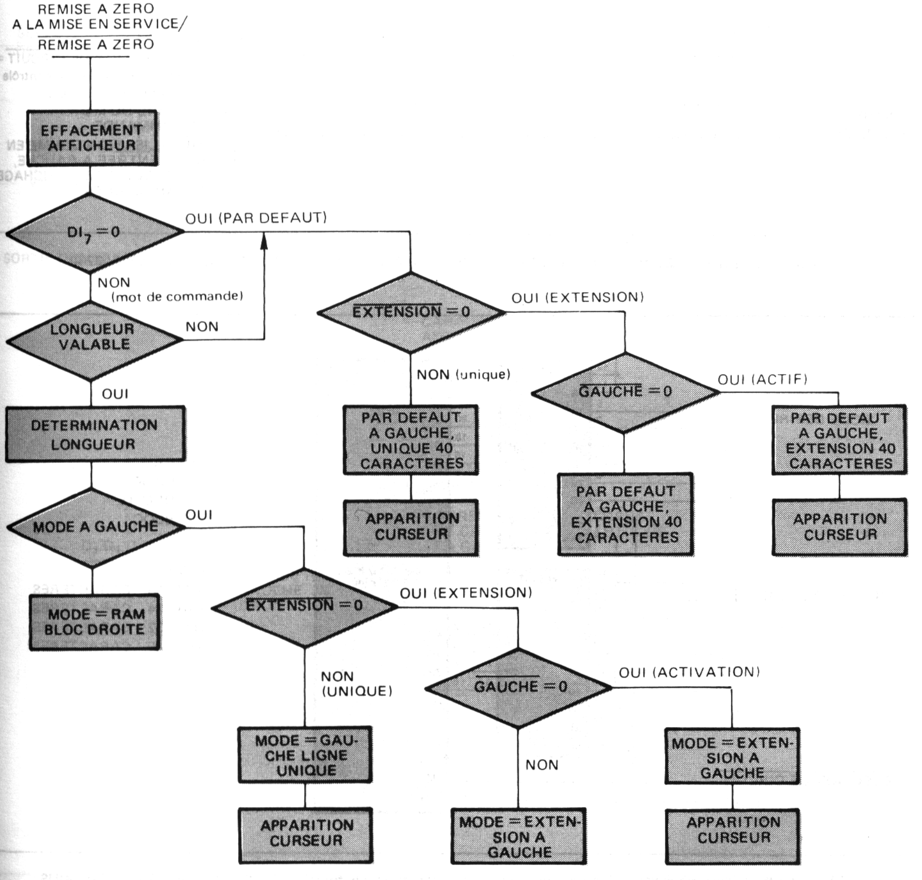


FIGURE 8 – Séquences de remise à zéro des systèmes d'affichage alphanumériques HDSP-8716/-8724/-8732/-8740

REMISE A ZERO A LA MISE SOUS TENSION/ REMISE A ZERO

Lorsque le système est mis sous tension, il efface l'affichage et vérifie l'état où se trouve la borne ENTREE DONNEE, D_7. Si $D_7 > 2$ V, le système stocke le mot de commande disponible sur les bornes ENTREE DONNEE. Si $D_7 \leqslant 0,8$ V ou que le système détecte un mot de commande non valide, le système se place en mode d'entrée à gauche pour afficher 40 caractères, avec curseur clignotant à l'emplacement le plus à gauche. Pendant la REMISE A ZERO le système vérifie en outre l'état de l'entrée EXTENSION. Si EXTENSION est à l'état bas le système initialise le mode entrée extension à gauche. L'organigramme de la fonction REMISE A ZERO se trouve figure 8. Pour que la fonction REMISE A ZERO ALIMENTATION fonctionne correctement, l'alimentation doit être commutée à une vitesse supérieure à 100 V/s. De plus, le système peut être remis à zéro en plaçant l'entrée REMISE A ZERO à un niveau bas pendant au moins 50 ms. Le diagramme des temps est indiqué figure 9.

Si l'on désire un mode d'entrée ou une longueur d'affichage différente de 40 caractères en mode à gauche, il est obligatoire soit de charger le mot de commande approprié, soit de fournir un mot de commande pendant la REMISE A ZERO A LA MISE SOUS TENSION / REMISE A ZERO. Le circuit décrit figure 10 peut être utilisé pour introduire n'importe quel mot de commande pré-programmé dans un HDSP-87XX pendant REMISE A ZERO A LA MISE SOUS TENSION / REMISE A ZERO.

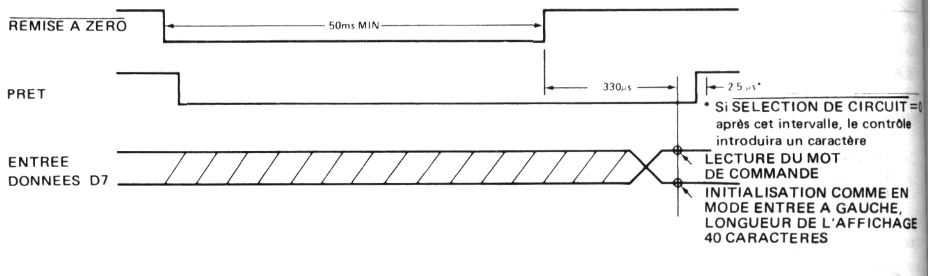
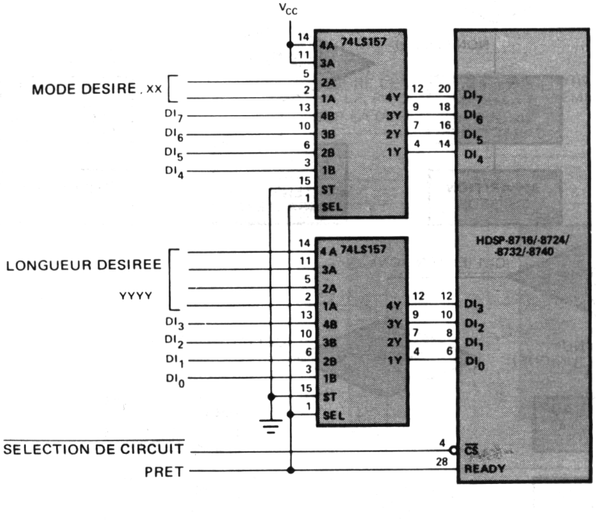


FIGURE 9 — Temps des REMISE A ZERO A LA MISE SOUS TENSION/REMISE A ZERO des HDSP-8716/-8724/-8732/-8740



XX	
00	RAM
01	GAUCHE
10	DROITE
11	BLOC

YYYY		
0011	16	CARACTERES
0101	24	CARACTERES
0111	32	CARACTERES
1001	40	CARACTERES

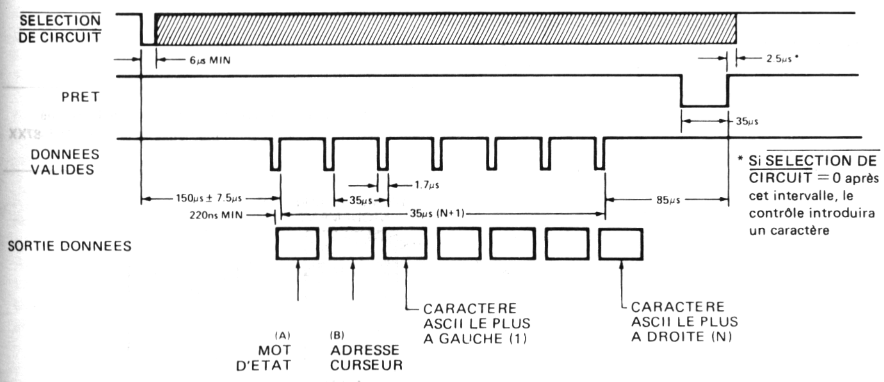
FIGURE 10 — Circuit extérieur permettant d'introduire le mot de commande avec la fonction REMISE A ZERO A LA MISE SOUS TENSION/REMISE A ZERO

SORTIE DES DONNEES

Les données stockées sur un HDSP-87XX sont disponibles à la demande de l'utilisateur. La sortie des données est déclenchée par le mot de commande $1XXX11XX_2$. A la suite, le dispositif émet un MOT D'ETAT, une ADRESSE CURSEUR et une ligne de caractères ASCII. Il a le même format qu'un mot de commande valable mais avec D_6 et D_7 supprimés. L'ADRESSE CURSEUR fixe l'emplacement du curseur dans l'affichage. L'ADRESSE CURSEUR de l'emplacement le plus à gauche est 00. En mode extension à gauche, l'ADRESSE CURSEUR 63 ($3F_{16}$) est utilisée pour signaler une ligne non utilisée. Le système visualise le nombre de caractères ASCII correspondant à la longueur d'affichage indiquée par le mot de commande. Le premier caractère de données ASCII est toujours celui situé à l'extrême gauche. Le front positif de l'impulsion de sortie DONNEE VALIDE peut être utilisé pour stocker les mots de SORTIE DONNEE sur le système de l'utilisateur. Le diagramme des temps SORTIE DONNEE des HDSP 87XX est résumé figure 11.

MODULATION DE L'INTENSITE LUMINEUSE

Il est possible de moduler l'intensité lumineuse par des impulsions en raccordant la sortie $\overline{\text{RAFRAICHISSEMENT}}$ du système de l'entrée d'un monostable et la sortie de celui-ci à l'entrée $\overline{\text{EFFACEMENT}}$. La variation de l'intensité lumineuse s'obtient en faisant varier la durée de l'impulsion avec un potentiomètre ou une photo-résistance. la cadence de $\overline{\text{RAFRAICHISSEMENT}}$ se produira toutes les 312,5 μs. Le circuit de la figure 12 est un exemple de commande manuelle de l'intensité lumineuse ; son fonctionnement automatique (en fonction de l'éclairage ambiant par exemple) peut être obtenu en remplaçant le potentiomètre par une photo-résistance. Pour éliminer la commande d'intensité lumineuse, il suffit de couper l'entrée $\overline{\text{EFFACEMENT}}$.



MOTS D'ETAT FORMAT (A)

D_5 D_4	D_3 D_2 D_1 D_0	
0 0	Y Y Y Y	ENTREE RAM
0 1	Y Y Y Y	GAUCHE
1 0	Y Y Y Y	DROITE
1 1	Y Y Y Y	BLOC

Y Y Y Y = LONGUEUR D'AFFICHAGE

FORMAT DE L'ADRESSE CURSEUR (B)

ADRESSE CURSEUR = NBRE DE CARACTERES A PARTIR DE LA GAUCHE

HDSP	N
-8716	16
-8724	24
-8732	32
-8740	40

FORMAT DU MOT DE DONNEE (1 – N)

6 BITS LES PLUS FAIBLES DU CODE
MOT (1) = CARACTERE LE PLUS A GAUCHE DE L'AFFICHEUR
MOT (N) = CARACTERE LE PLUS A DROITE DE L'AFFICHEUR

FIGURE 11 – Chronogramme des sorties données et leur format sur les systèmes HDSP-8716/-8724/-8732/-8740

INTERFACE AVEC MICROPROCESSEUR

L'interface entre les systèmes d'affichage HDSP-87XX et un microprocesseur dépend de l'utilisation envisagée. La figure 13 illustre une interface à verrouillage (Latch) entre un microprocesseur central et le système HDSP-87XX. La mémoire assure un stockage temporaire pour éviter l'attente du microprocesseur pendant que le dispositif reçoit les données. Les données issues du microprocesseur sont stockées dans le registre 74LS273 pendant la transition positive de l'entrée horloge (broche 11). En même temps l'entrée SELECTION DE CIRCUIT est mise au niveau bas et y reste jusqu'à ce que PRET se mette à l'état bas. Le microprocesseur ne doit pas stocker de nouvelles données dans le registre 74LS273 tant que OCCUPE est haut. L'interface à mémoire doit être complétée par un registre octal et une bascule SR si le HDSP-87XX fonctionne en mode d'entrée à gauche, à droite ou par bloc. Le mode d'entrée par RAM nécessite un registre octal supplémentaire pour l'entrée des adresses RAM. Une souplesse plus grande peut être atteinte en utilisant un adaptateur d'interface périphérique pour l'interface du microprocesseur central et du HDSP-87XX. Cette interface assure l'échange des données à l'entrée entre le système d'affichage et le microprocesseur central et permet à ce dernier de lire les données en sortie du HDSP-87XX.

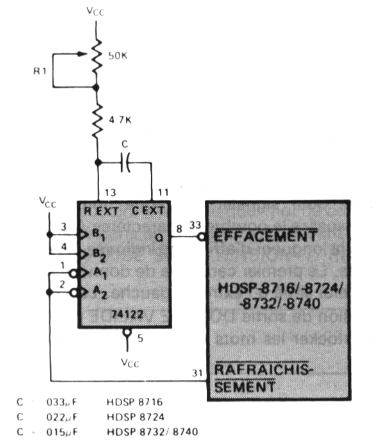
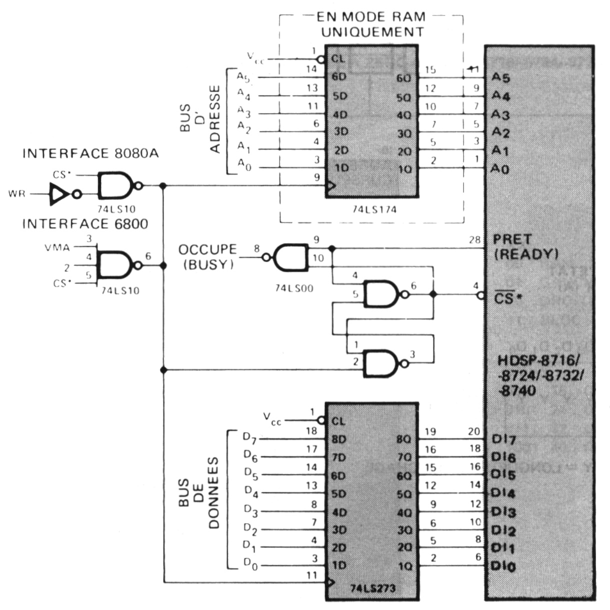


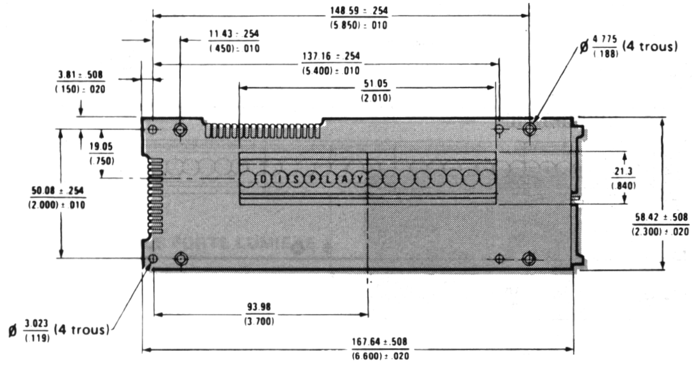
FIGURE 12 – Circuit de commande extérieur de l'intensité lumineuse des afficheurs alphanumériques de la série HDSP-87XX



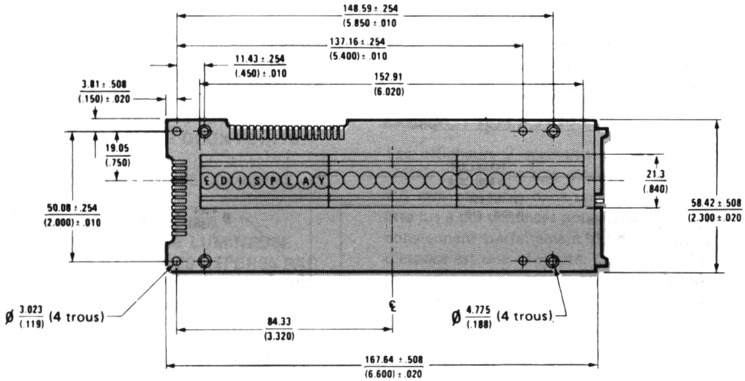
* CS : SELECTION DE CIRCUIT. C'est une combinaison logique de bits d'adresse d'ordre supérieur qui assure la distinction entre l'adresse des HDSP-8716/-8724/-8732/-8740 et du reste des circuits du microprocesseur

FIGURE 13 – Interface à verrouillage pour les afficheurs alphanumériques de la série HDSP-87XX

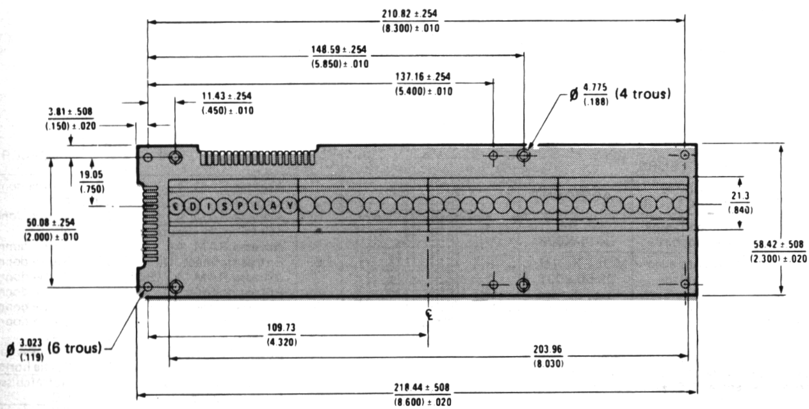
Dimensions



HDSP-8716

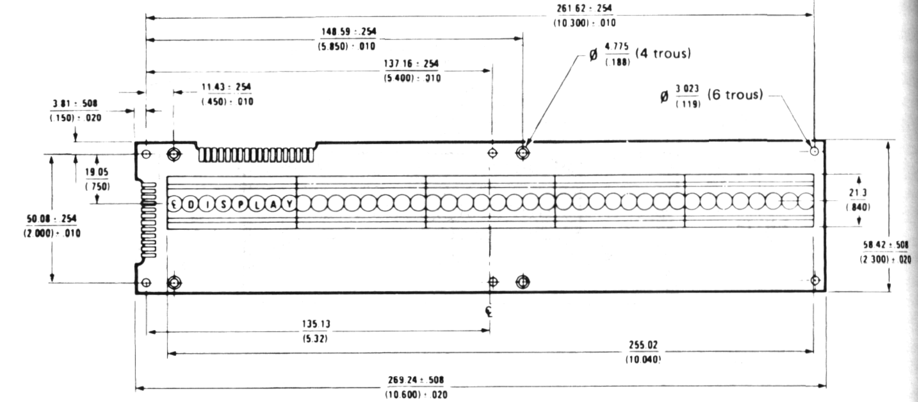


HDSP-8724

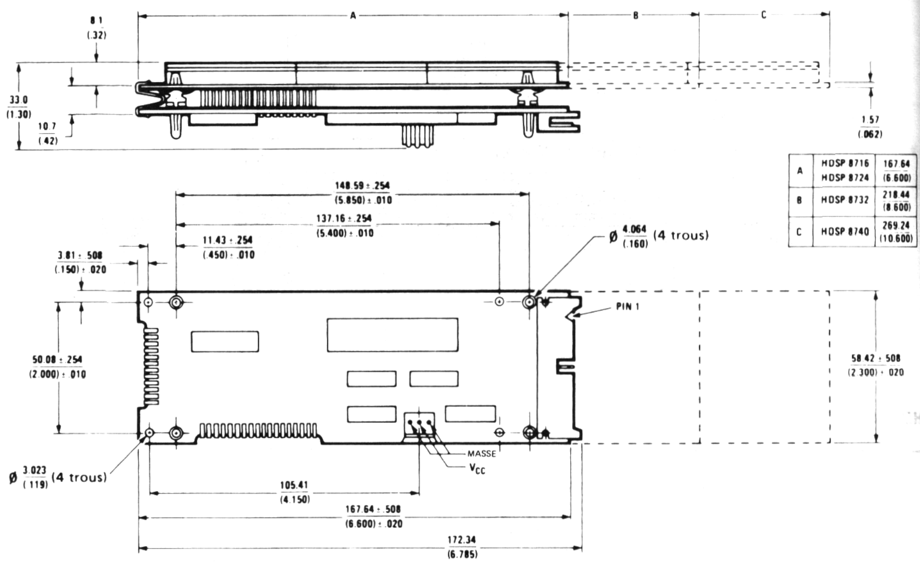


HDSP-8732

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS



HDSP-8740

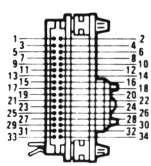


A	HDSP 8716 HDSP 8724	167.64 (6.600)
B	HDSP 8732	218.44 (8.600)
C	HDSP 8740	269.24 (10.600)

CONNECTEURS

FONCTION	TYPES DE CONNECTEUR	FABRICANT
Commande/ entrée données	Câble en nappe 34 broches	3M, Réf : 3414-X000
Alimentation	3 broches avec verrouillage	MOLEX, Réf. : 09.50.3031 avec bornes (08.50.0106)

Notes : (1) . Les fils de câblage doivent avoir une section comprise entre 0,5 et 0,8 mm2 (multi-brins)



BROCHE	DESCRIPTION	BROCHE	DESCRIPTION
1	Adresse RAM, A_0	18	Entrée données, D_6
2	Extension	19	NC
3	Adresse RAM, A_1	20	Entrée données, D_7
4	Sélection de circuit	21	NC
5	Adresse RAM, A_2	22	Sortie données, DO_0
6	Entrée données, D_0	23	Sortie données, DO_1
7	Adresse RAM, A_3 (EG)	24	Sortie données, DO_2
8	Entrée données, D_1	25	Sortie données, DO_3
9	Adresse RAM, A_4 (ED)	26	Sortie données, DO_4
10	Entrée données, D_2	27	Sortie données, DO_5
11	Adresse RAM, A_5 (G)	28	Prêt
12	Entrée données, D_3	29	Données valables
13	Actif	30	Sortie horloge 400 kHz
14	Entrée données, D_4	31	Rafraîchissement
15	Remise à zéro	32	NC
16	Entrée données, D_5	33	Effacement
17	NC	34	NC

HDSP-8716/-8724/-8732/-8740

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

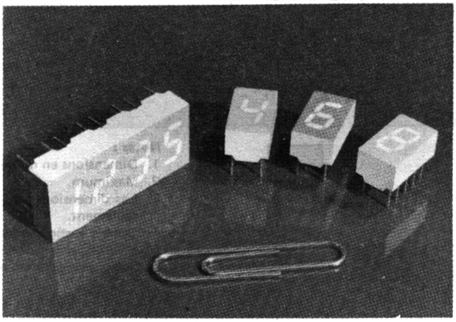
AFFICHEURS MINIATURISES LUMINEUX A 7 SEGMENTS A CARACTERES 7,6 mm

ROUGE • HDSP-7300
ROUGE HAUT RENDEMENT • HDSP-7500
JAUNE • HDSP-7400
VERT HAUTES PERFORMANCES • HDSP-7800

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **EXCELLENTE LISIBILITE**
  EXCELLENTE VISIBILITE SOUS FORTE LUMIERE AMBIANTE
- **BOITIER COMPACT - 7,6 x 12,7 mm**
- **CHOIX DE QUATRE COULEURS**
  Rouge
  Rouge haut rendement
  Jaune
  Vert hautes performances
- **TRES BON ASPECT DES CARACTERES**
  Luminosité uniforme des segments
  Segments biseautés à leurs extrémités
  Grand angle de vision
  Boîtier gris améliorant le contraste éteint/allumé
- **FACILITE DE MONTAGE SUR CIRCUITS INTEGRES OU SUPPORTS DE CI**
  Ecartement standard des broches - 15,24 x 2,54 mm
- **DISPONIBLES AVEC SYMBOLE DEUX POINTS POUR LES HORLOGES**
- **ANODE COMMUNE OU CATHODE COMMUNE**
  Point décimal à droite
  Caractère de dépassement de capacité ± 1
- **CLASSEMENT PAR CATEGORIE LUMINEUSE AFFICHEURS VERTS ET JAUNES REPERES PAR LA COULEUR**
  Uniformité lumineuse d'un alignement de plusieurs afficheurs du même type



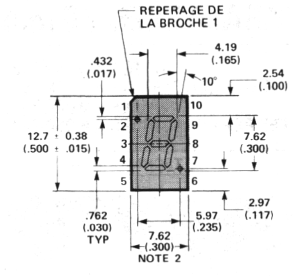
Description

Les afficheurs 7 segments de la série HDSP-7300/-7500/-7400/-7800 sont des dispositifs à DEL à caractères de 7,6 mm présentés dans un boîtier compact. Conçus pour être lus à des distances pouvant atteindre 3 m, ces afficheurs conviennent parfaitement pour les applications où le gain d'espace est une nécessité. Quelques applications typiques : instrumentation, équipements des avions et des navires, terminaux sur les points de ventes, horloges et appareils électroménagers.

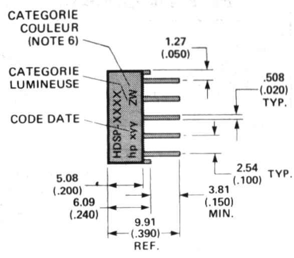
Références

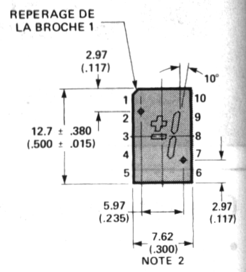
Référence HDSP-	Couleur	Description	Boîtier
7301	Rouge	Anode commune, point décimal à droite	A
7311	Rouge haute luminosité	Anode commune, point décimal à droite	A
7302	Rouge	Anode commune, point décimal à droite, point-horloge	B
7303	Rouge	Cathode commune, point décimal à droite	C
7313	Rouge haute luminosité	Cathode commune, point décimal à droite	C
7304	Rouge	Cathode commune, point décimal à droite, point-horloge	D
7307	Rouge	Dépassement ± 1, anode commune	E
7317	Rouge haute luminosité	Dépassement ± 1, anode commune	E
7308	Rouge	Dépassement ± 1, cathode commune	F
7318	Rouge haute luminosité	Dépassement ± 1, cathode commune	F
7501	Rouge haut rendement	Anode commune, point décimal à droite	A
7502		Anode commune, point décimal à droite, point-horloge	B
7503		Cathode commune, point décimal à droite	C
7504		Cathode commune, point décimal à droite, point-horloge	D
7507		Dépassement ± 1, anode commune	E
7508		Dépassement ± 1, cathode commune	F
7401	Jaune	Anode commune, point décimal à droite	A
7402		Anode commune, point décimal à droite, point-horloge	B
7403		Cathode commune, point décimal à droite	C
7404		Cathode commune, point décimal à droite, point-horloge	D
7407		Dépassement ± 1, anode commune	E
7408		Dépassement ± 1, cathode commune	F
7801	Vert	Anode commune, point décimal à droite	A
7802		Anode commune, point décimal à droite, point-horloge	B
7803		Cathode commune, point décimal à droite	C
7804		Cathode commune, point décimal à droite, point horloge	D
7807		Dépassement ± 1, anode commune	E
7808		Dépassement ± 1, cathode commune	F

Dimensions

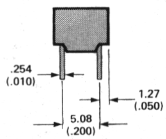


A, B, C, D

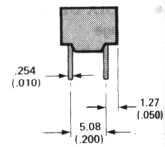




E, F

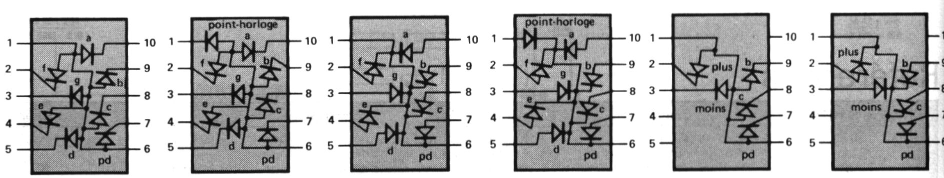


Notes :
1. Dimensions en millimètres (pouces).
2. Maximum.
3. Les dimensions sans tolérances sont données à titre indicatif seulement.
4. Double sortie anode.
5. Double sortie cathode.
6. Seulement pour les produits HDSP-7400/-7800.



BROCHE	FONCTION					
	A	B	C	D	E	F
1	ANODE (4)	CATHODE (2 POINTS)	CATHODE (5)	ANODE (2 POINTS)	ANODE (4)	CATHODE (5)
2	CATHODE f	CATHODE f	ANODE f	ANODE f	CATHODE +	ANODE +
3	CATHODE g	CATHODE g	ANODE g	ANODE g	CATHODE –	ANODE –
4	CATHODE e	CATHODE e	ANODE e	ANODE e	NC	NC
5	CATHODE d	CATHODE d	ANODE d	ANODE d	NC	NC
6	ANODE (4)	ANODE	CATHODE (5)	CATHODE	ANODE (4)	CATHODE (5)
7	CATHODE PD	CATHODE PD	ANODE PD	ANODE PD	CATHODE PD	ANODE PD
8	CATHODE c	CATHODE c	ANODE c	ANODE c	CATHODE c	ANODE c
9	CATHODE b	CATHODE b	ANODE b	ANODE b	CATHODE b	ANODE b
10	CATHODE a	CATHODE a	ANODE a	ANODE a	NC	NC

Schémas de câblage interne



A B C D E F

Valeurs limites absolues

	Séries HDSP-7300/-7310	Série HDSP-7500	Série HDSP-7400	Série HDSP-7800
Dissipation moyenne par segment ou point décimal	73 mW	105 mW	81 mW	105 mw
Température de fonctionnement	– 40°C à + 85°C			
Température de stockage	– 40°C à + 85°C			
Courant direct crête par segment ou point décimal (7)	150 mA	90 mA	60 mA	90 mA
Courant direct CC par segment ou point décimal (8)	25 mA	30 mA	20 mA	30 mA
Tension inverse par segment ou point décimal	3 V	3 V	3 V	3 V
Température de soudage à 1,59 mm du plan de base	260°C pendant 3 s			

Notes :

7. Voir les figures 1, 6, 7 et 8 pour établir les conditions de fonctionnement en mode pulsé (Figure 1, série HDSP-7300; Figure 6, série HDSP-7500; Figure 7, série HDSP-7400; Figure 8, série HDSP-7800).
8. Voir les figures 2, 9, 10 et 11 pour diminuer le courant CC maximum (Figure 2, série HDSP-7300; Figure 9, série HDSP-7500; Figure 10, série HDSP-7400; Figure 11, série HDSP-7800).

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25^oC$

HDSP-7300 ROUGE STANDARD

Description	HDSP-	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse/segment (9) (moyenne par caractère)	7300	I_V	10 mA CC		450		μcd
			20 mA CC	450	1000		
	7310		10 mA CC		610		
			20 mA CC	610	1355		
Longueur d'onde crête		λ_{PEAK}			655		nm
Longueur d'onde dominante (10)		λ_d			640		nm
Tension directe, n'importe quel segment ou point décimal		V_F	$I_F = 20$ mA		1,6	2	V
Tension inverse, n'importe quel segment ou P.D. (12)		V_R	$I_R = 100\ \mu A$	3	12		V
Coefficient de température de tension directe		$\Delta V_F/°C$			– 2		mV/°C
Résistance thermique, jonction DEL à broche		$R\theta_{J\text{-}PIN}$			200		°C/W/Seg

HDSP-7500 ROUGE HAUT RENDEMENT

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse/segment (9) (moyenne par caractère)	I_V	5 mA CC	275	660		μcd
		20 mA CC		3630		
		60 mA crête Rapport cyclique 1/6		2120		
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			635		nm
Longueur d'onde dominante (10)	λ_d			626		nm
Tension directe/segment ou point décimal	V_F	$I_F = 5$ mA		1,7		V
		$I_F = 20$ mA		2	2,5	
		$I_F = 60$ mA		2,8		
Tension inverse/segment ou point décimal (12)	V_R	$I_R = 100\ \mu A$	3	30		V
Coefficient de température de V_F/segment ou P.D.	$\Delta V_F/°C$			– 2		mV/°C
Résistance thermique, jonction DEL à broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			200		°C/W/Seg

HDSP-7400 JAUNE

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse/segment (9) (moyenne par caractère)	I_V	5 mA CC	225	480		μcd
		20 mA CC		2740		
		60 mA crête Rapport cyclique 1/6		1700		
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			583		nm
Longueur d'onde dominante (10)	λ_d		581,5	586	592,5	nm
Tension directe/segment ou point décimal	V_F	$I_F = 5$ mA		1,8		V
		$I_F = 20$ mA		2,2	2,5	
		$I_F = 60$ mA		3,1		
Tension inverse/segment ou point décimal (12)	V_R	$I_R = 100\ \mu A$	3	50		V
Coefficient de température de V_F/segment ou P.D.	$\Delta V_F/°C$			– 2		mV/°C
Résistance thermique, jonction DEL à broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			200		°C/W/Seg

Notes :

9. Il existe un repérage par catégorie lumineuse, cette dernière étant désignée par une lettre inscrite sur le côté droit du boîtier. Les catégories et les intensités lumineuses minimales sont déterminées en calculant la moyenne numérique des intensités des différents segments, point décimal non inclus.
10. La longueur d'onde dominante est directement issue du diagramme de chromaticité du CIE et représente la longueur d'onde définissant de façon précise la couleur du dispositif.
11. Les afficheurs HDSP-7400 et HDSP-7800 sont repris en catégories de longueur d'onde dominante, cette dernière étant repérée par une valeur numérique placée à côté de la lettre de la catégorie lumineuse.
12. La spécification typique est donnée à titre indicatif seulement. Il ne faut pas dépasser les limites absolues de fonctionnement.

HDSP-7800 VERT HAUTES PERFORMANCES

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité moyenne/segment (9) (moyenne par caractère)	I_V	5 mA CC		480		µcd
		10 mA CC	570	1300		
		60 mA crête Rapport cyclique 1/6		1700		
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			566		nm
Longueur d'onde dominante (10, 11) (moyenne par caractère)	λ_d			571	577	nm
Tension directe/segment ou point décimal	V_F	$I_F = 10$ mA		2,1	2,5	V
Tension inverse/segment ou point décimal (12)	V_R	$I_R = 100\ \mu A$	3	50		V
Résistance thermique, jonction DEL à broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			200		°C/W/Seg

SERIE HDSP-7300

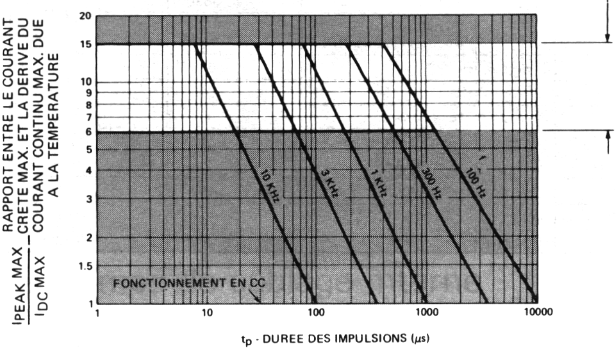


FIGURE 1 — Courant crête maximal admissible en fonction de la durée des impulsions

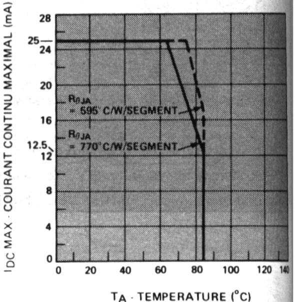


FIGURE 2 — Courant continu maximal admissible et dissipation par segment en fonction de la température ambiante

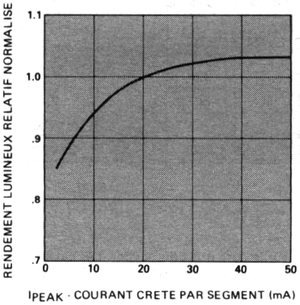


FIGURE 3 — Rendement lumineux relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête par segment

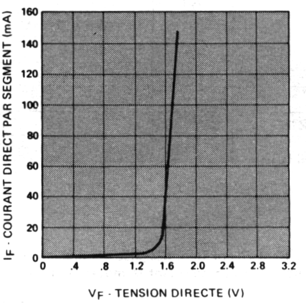


FIGURE 4 — Courant direct en fonction de la tension directe

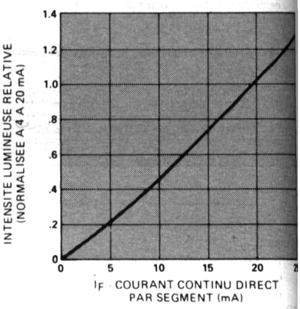


FIGURE 5 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant continu direct

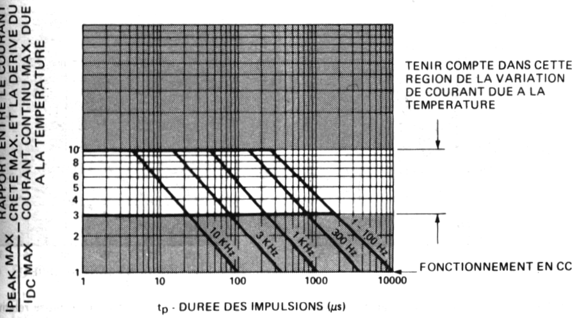


FIGURE 6 — Courant crête maximal admissible en fonction de la durée des impulsions - Série HDSP-7500

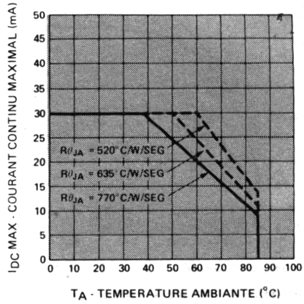


FIGURE 9 — Courant continu maximal admissible et dissipation par segment en fonction de la température ambiante - Série HDSP-7500

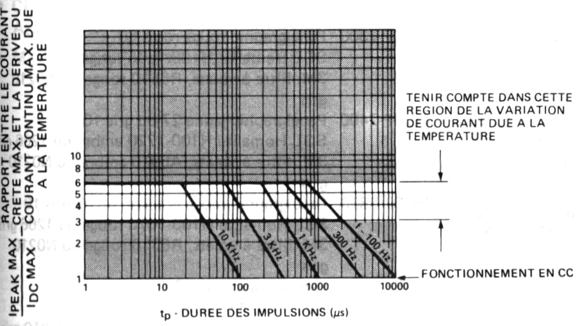


FIGURE 7 — Courant crête maximal admissible en fonction de la durée des impulsions - Série HDSP-7400

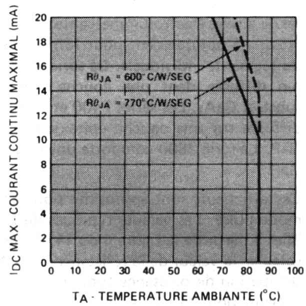


FIGURE 10 — Courant continu maximal admissible et dissipation par segment en fonction de la température ambiante - Série HDSP-7800

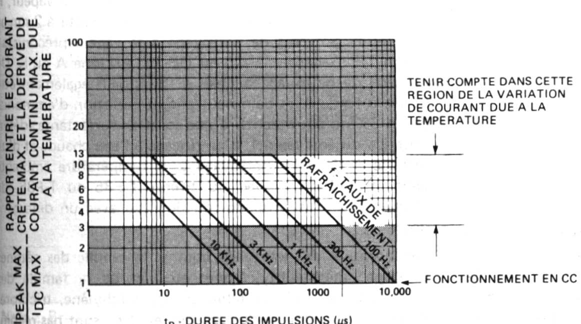


FIGURE 8 — Courant crête maximal admissible en fonction de la durée des impulsions - Série HDSP-7800

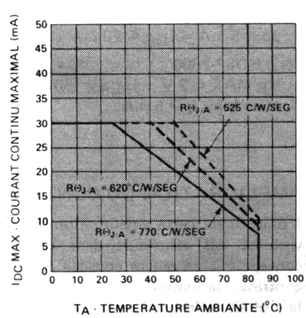


FIGURE 11 — Courant continu maximal admissible par segment en fonction de la température ambiante - Série HDSP-7400

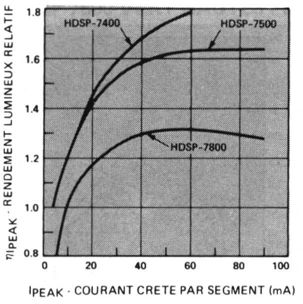


FIGURE 12 — Rendement lumineux relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête par segment

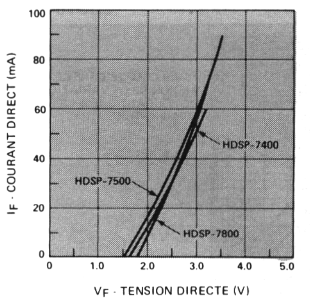


FIGURE 13 — Courant direct en fonction de la tension directe

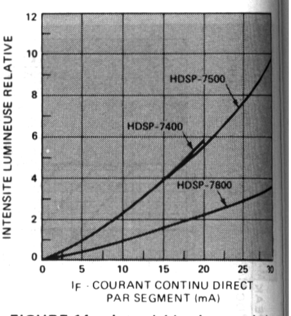


FIGURE 14 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant continu direct

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Les afficheurs HDSP-7300/-7400/-7500/-7800 sont composés de diodes électroluminescentes dont le faisceau lumineux est dilaté optiquement pour former les points décimaux et les segments individuels. La série 7300 utilise une jonction p-n diffusée dans une couche épitaxiale GaAsP sur un substrat GaAs. Les séries 7400 et 7500 ont une jonction p-n diffusée sur une couche épitaxiale GaAsP sur un substrat GaP. La série 7800 comporte une couche épitaxiale GaP sur GaP.

Ces afficheurs sont appropriés pour un fonctionnement en mode pulsé. Les valeurs typiques de la tension directe, établies à partir de la figure 4 ou 14, doivent être utilisées pour calculer la valeur de la résistance limitatrice de courant et la dissipation de puissance typique. Les valeurs V_F maximales prévues pour la conception des circuits pilotes et pour la dissipation de puissance maximale peuvent être calculées à l'aide des modèles suivants de V_F MAX :

Série HDSP-7300
V_F MAX = 1,85 V + I_{PEAK} (7 Ω)
pour $I_{PEAK} \geqslant 5$ mA

Série HDSP-7400/-7500
V_F MAX = 1,75 V + I_{PEAK} (38 Ω)
pour $I_{PEAK} \geqslant 20$ mA
V_F MAX = 1,6 V + I_{DC} (45 Ω)
pour 5 mA $\leqslant I_{DC} \leqslant$ 20 mA

Série HDSP-7800
V_F MAX = 2 V + I_{PEAK} (50 Ω)
pour $I_{PEAK} \geqslant 5$ mA

AMELIORATION DU CONTRASTE

L'objectif de cette amélioration est de donner une bonne visibilité des afficheurs dans un éclairage ambiant. Le concept mis en œuvre consiste à utiliser les techniques de contraste de luminance ou de chrominance pour améliorer la visibilité afin que les segments éteints se confondent avec l'arrière-plan de l'afficheur et que les segments éclairés ressortent bien sur le même arrière-plan. C'est pour cette raison que les afficheurs sont composés d'un boîtier gris et d'une époxy d'encapsulage appariés dans les segments.

Le contraste peut être amélioré avec l'un des filtres préconisés suivants :

HDSP-7300	Panelgraphic rouge rubis 60 SGL Homalite H100-1605 rouge 3M, filtre à volets, R6610 rouge ou N0210 gris
HDSP-7400	Panelgraphic jaune 27 ou gris 10 SGL Homalite H100-1720 ambre ou 1266 gris 3M, filtre à volets, A5910 ambre ou N0210 gris
HDSP-7500	Panelgraphic rouge écarlate 65 ou gris 10 SGL Homalite H100-1670 rouge ou 1266 gris 3M, filtre à volets, R6310 rouge ou N0210 gris
HDSP-7800	Panelgraphic vert 48 SGL Homalite H100-1440 Vert 3M, filtre à volets, G5610 vert ou N0210 gris

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Pour optimiser les performances optiques des afficheurs, ces derniers sont composés de plastiques étudiés spécialement mais qui limitent les solvants utilisables pour le nettoyage. Il est recommandé d'utiliser seulement des mélanges de Fréon (F113) et d'alcool pour le nettoyage à la vapeur, le temps d'immersion dans les vapeurs étant limité à 2 mn au maximum. Solvants de nettoyage à la vapeur préconisés : Fréon TE, Genesolv DI-15 ou DE-15, Arklone A ou K. Un procédé de nettoyage à l'eau à 60°C peut également être utilisé à l'aide d'un bain neutralisant (solution d'ammoniaque à 3% ou équivalent), d'une solution surfactante (détergent 1% ou équivalent), d'un rinçage à l'eau chaude et d'un séchage à l'air. Le nettoyage à la température ambiante peut être effectué avec du Fréon T-E35 ou T-P35, de l'Ethanol, de l'Isopropanol ou de l'eau avec un détergent doux.

Les produits de nettoyage comme la famille des cétones (acétone, méthyléthylcétone, etc.) et de la famille des hydrocarbones chlorés (chlorure de méthylène, trichloréthylène, tétrachlorure de carbone, etc.) ne sont pas recommandés pour le nettoyage des afficheurs à DEL. Ces différents solvants attaquent ou dissolvent les résines époxy d'encapsulage qui sont utilisées pour fabriquer les boîtiers des afficheurs à DEL.

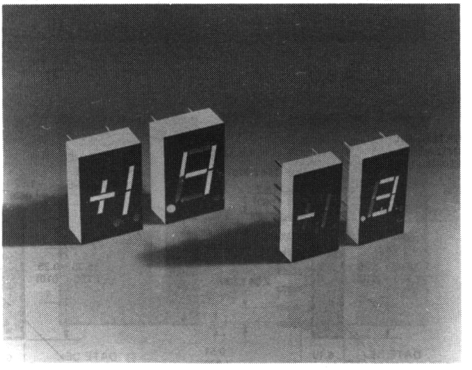
AFFICHEURS ROUGES 7 SEGMENTS

7,62 mm • SERIE 5082-7730
5082-7740
10,9 mm • SERIE 5082-7750
5082-7760

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **EXCELLENTE VISIBILITE**
  Luminosité uniforme des segments
  Grand contraste
  Grand angle de visibilité
- **COMPATIBLES CIRCUITS INTEGRES**
  1,6 V_{CC} par segment
- **EMBASE DIP STANDARD 7,62 mm**
  A souder sur carte ou à monter sur support de circuits intégrés
- **CLASSEMENT PAR INTENSITE LUMINEUSE**
  Assure l'homogénéité lumineuse des afficheurs
- **MECANIQUEMENT ROBUSTES**



Description

Les afficheurs de ces séries sont des afficheurs rouges dont la taille est de 7,62 et 10,9 mm. Ceux des séries -7730 et -7740 sont visibles à 3 m, ceux des séries -7750 et -7760 à 6 m. Ils sont destinés à être utilisés en instrumentation, sur les terminaux de points de vente, les pendules et appareils ménagers.

La puce de ces DEL est en GaAsP sur substrat GaAs.

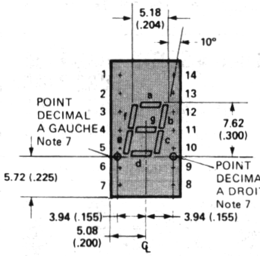
Références

Référence 5082-	Description	Boîtier et Schéma
7730	7,6 mm, anode commune, point décimal à gauche	A
7731	7,6 mm, anode commune, point décimal à droite	B
7736	7,6 mm, branchement universel, dépassement ± 1, point décimal à droite	C
7740	7,6 mm, cathode commune, point décimal à droite	D
7750	10,9 mm, anode commune, point décimal à gauche	E
7751	10,9 mm, anode commune, point décimal à droite	F
7756	10,9 mm, branchement universel, dépassement ± 1, point décimal à droite	G
7760	10,9 mm, cathode commune, point décimal à droite	H

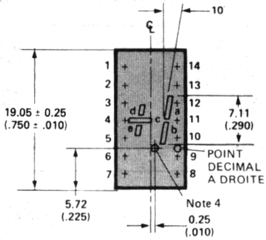
Note : Branchement universel : les anodes et cathodes de chaque DEL sont indépendantes et raccordées individuellement à une borne de sortie (voir schéma G)

Dimensions

5082-7730, -7731, -7736, -7740



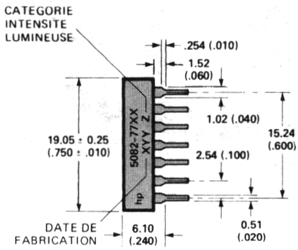
A,B,D



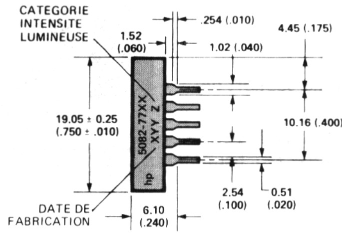
C

BROCHE	FONCTION A -7730	FONCTION B -7731	FONCTION C -7736	FONCTION D -7740
1	CATHODE-a	CATHODE-a	ANODE-d	
2	CATHODE-f	CATHODE-f		CATHODE[6]
3	ANODE[3]	ANODE[3]	CATHODE-d	ANODE-f
4			CATHODE-c	ANODE-g
5			CATHODE-e	ANODE-e
6	CATHODE-dp	NON CON.[5]	ANODE-e	ANODE-d
7	CATHODE-e	CATHODE-e	ANODE-c	
8	CATHODE-d	CATHODE-d	ANODE-dp	
9	NON CON.[5]	CATHODE-dp		CATHODE[6]
10	CATHODE-c	CATHODE-c	CATHODE-dp	ANODE-dp
11	CATHODE-g	CATHODE-g	CATHODE-b	ANODE-c
12			CATHODE-a	ANODE-b
13	CATHODE-b	CATHODE-b	ANODE-a	ANODE-a
14	ANODE[3]	ANODE[3]	ANODE-b	

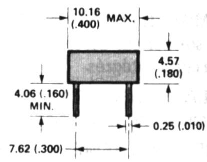
dp = point décimal



A,B,C

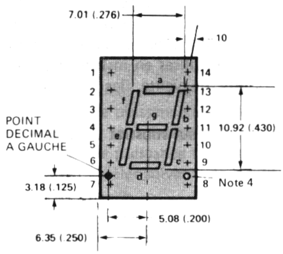


D

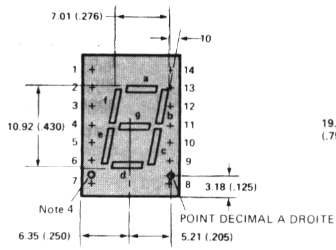


A,B,C,D

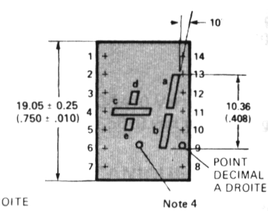
5082-7750, -7751, -7756, -7760



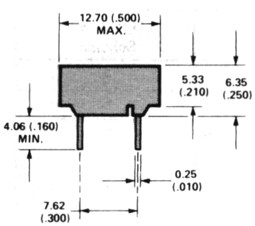
E

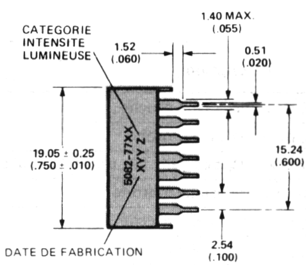


F,H



G





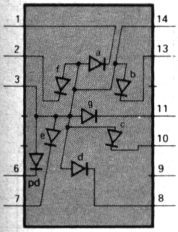
BROCHE	FONCTION E -7750	FONCTION F -7751	FONCTION G -7736	FONCTION H -7760
1	CATHODE-a	CATHODE-a	CATHODE-d	ANODE-a
2	CATHODE-f	CATHODE-f	ANODE-d	ANODE-f
3	ANODE[3]	ANODE[3]		CATHODE[6]
4			CATHODE-c	
5			CATHODE-e	
6	CATHODE-dp	NON CON.[5]	ANODE-e	NON CON.[5]
7	CATHODE-e	CATHODE-e	ANODE-c	ANODE-e
8	CATHODE-d	CATHODE-d	ANODE-dp	ANODE-d
9	NON CON.[5]	CATHODE-dp	CATHODE-dp	ANODE-dp
10	CATHODE-c	CATHODE-c	CATHODE-b	ANODE-c
11	CATHODE-g	CATHODE-g	CATHODE-a	ANODE-g
12				
13	CATHODE-b	CATHODE-b	ANODE-a	ANODE-b
14	ANODE[3]	ANODE[3]	ANODE-b	CATHODE[6]

dp = point décimal

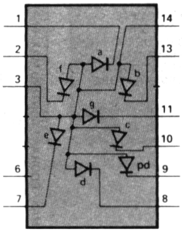
Notes :

1. Dimensions en mm et (pouces)
2. Dimensions nominales (sans tolérance)
3. Double sortie anode
4. Point décimal non utilisé
5. Voir schéma câblage interne
6. Double sortie cathode
7. Se reporter au tableau des références pour ce qui concerne l'emplacement du point décimal

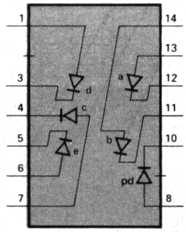
Schémas de câblage interne



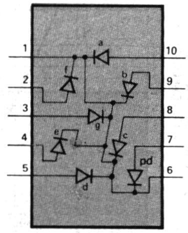
A



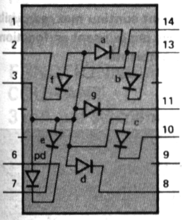
B



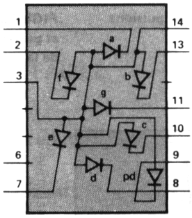
C



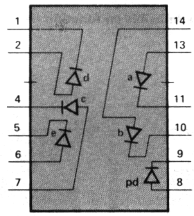
D



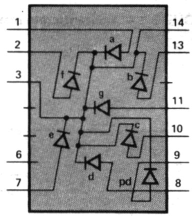
E



F



G



H

Valeurs limites absolues

Puissance dissipée en courant continu par segment ou PD (1) ($T_A = 50°C$) .... 65 mW
Température de fonctionnement .... – 40°C à + 85°C
Température de stockage .... – 40°C à + 85°C
Courant direct crête par segment ou point décimal (3) ($T_A = 50°C$) .... 150 mA
Courant direct moyen par segment ou point décimal (1, 2) ($T_A = 50°C$) .... 25 mA
Tension inverse par segment ou point décimal .... 3 V
Température de soudage .... 260°C pendant 3 s
(à une distance de 1,6 mm min. du plan de base du boîtier (4))

Notes : 1 . Cf. la courbe de variation de puissance (Fig. 2). 2 . Le courant varie de 0,4 mA/° C à partir de 50° C. 3 . Se reporter aux courbes de la figure 1 (courant crête/durée des impulsions). 4 . Nettoyer uniquement avec eau, Isopropanol, Ethanol, Fréon TF ou TE (ou équivalent) et Genesolv DI-15 ou DE-15 (ou équivalent)

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25° C$

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment (2) (moyenne par chiffre)	I_V	I_{PEAK} = 100 mA Rapport cyclique 10%		610		μcd
		I_F = 20 mA	240	700		
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			655		nm
Longueur d'onde dominante (2)	λ_d			640		nm
Tension directe par segment ou point décimal (4)	V_F	I_F = 20 mA		1,6	2	V
Tension inverse par segment ou point décimal (4, 5)	V_R	I_R = 100 μA	3	20		V
Temps de réponse (3)	t_r, t_f			10		ns
Coefficient de température tension directe	ΔV_F/°C			– 2		mV/°C
Résistance thermique jonction DEL-broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			282		°C/W/Seg

Notes :
1. Les afficheurs sont classés par intensité lumineuse à l'aide d'une lettre repère sur le côté droit du boîtier.
2. La longueur d'onde, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE.
3. Temps nécessaire pour passer de 10 à 90% de l'intensité lumineuse sous l'effet d'une variation de courant.
4. Le niveau de qualité pour les caractéristiques électriques est de 1000 p.p.m.
5. Spécifications typiques à titre d'information seulement. Ne pas dépasser les valeurs limites absolues.

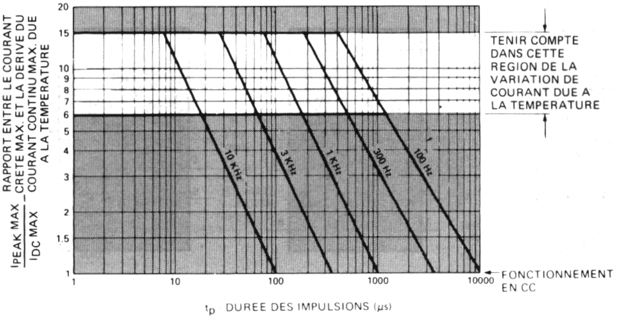


FIGURE 1 — Courant crête maximal admissible en fonction de la durée des impulsions

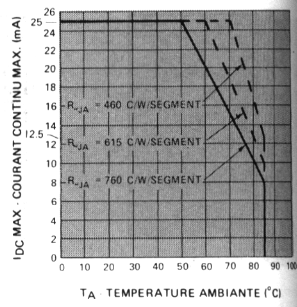


FIGURE 2 — Courant continu max. admissible et puissance dissipée par segment en fonction de la température ambiante

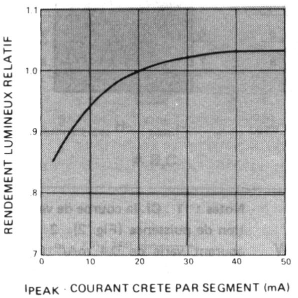


FIGURE 3 — Rendement lumineux relatif (par unité de courant) en fonction du courant crête par segment

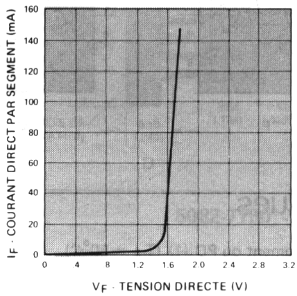


FIGURE 4 — Caractéristiques courant direct/tension directe

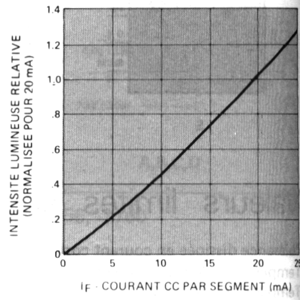


FIGURE 5 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant direct

Pour plus de renseignements sur l'utilisation des fiches techniques et les méthodes de soudage recommandées, se reporter à la note d'applications 1005

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Les afficheurs de la série 5082-77XX comportent huit DEL dont le faisceau lumineux est dilaté optiquement pour former les sept segments d'un chiffre et le point décimal. Les diodes sont constituées par une jonction diffusée dans une couche de GaAsP sur substrat GaAs.

Ces afficheurs sont destinés à fonctionner en multiplexage sous fort courant crête. Les tensions relevées sur la courbe 4 doivent être utilisées pour calculer la résistance de limitation et la puissance dissipée. La tension V_F maximale peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$V_F = 1{,}55\ V + I_{PEAK}\ (7\ \Omega)$$
pour $5\ mA \leqslant I_{PEAK} \leqslant 150\ mA$

AMELIORATION DU CONTRASTE

Il est possible d'améliorer le contraste à l'aide d'un des filtres suivants : Homalite H100-1605, H100-1804 (purple), Panelgraphic Ruby Red 60, Dark Red 63, Purple 90, Plexiglas 2423 et Brand Light Control Film 3M pour contraste en lumière du jour.

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

AFFICHEURS 7 SEGMENTS 7,62 mm ET 10,9 mm

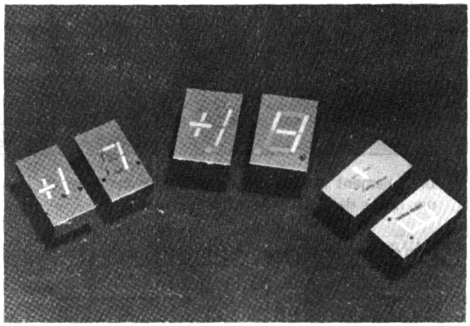
ROUGE HAUT RENDEMENT • SERIE 5082-7610/-7650
JAUNE • SERIE 5082-7620/-7660
VERT HAUTES PERFORMANCES • SERIE HDSP-3600/-4600

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

Caractéristiques

- **FAIBLES DIMENSIONS**
- **TROIS COULEURS AU CHOIX :**
  Rouge haut rendement
  Jaune
  Vert hautes performances
- **FONCTIONNEMENT SOUS FAIBLE COURANT**
  3 mA par segment
  Conçus pour fonctionnement en multiplex
- **EXCELLENTE LISIBILITE**
  Luminosité uniforme des segments
  Grand angle de visibilité
  Boîtier couleur améliore le contraste éteint/éclairé
- **FACILITE DE MONTAGE SUR CIRCUITS IMPRIMES OU SUPPORTS DE CIRCUITS INTEGRES**
  Ecartement des broches 7,62 x 2,54 mm
- **CLASSEMENT PAR INTENSITE LUMINEUSE; JAUNE CLASSE PAR COULEUR**
  Assure l'homogénéité lumineuse des afficheurs
- **COMPATIBLES AVEC CIRCUITS INTEGRES**
- **MECANIQUEMENT ROBUSTES**



Description

Les afficheurs des séries -7610/-7620/-3600 et -7650/-7660/-4600 à 7 segments sont disponibles en rouge, vert et jaune. La hauteur des caractères est de 7,62 mm et de 10,92 mm. Parmi leurs utilisations possibles, on peut noter l'instrumentation, l'appareillage et les pendules électriques, les caisses enregistreuses.

Les afficheurs des séries -7610/-7620/-3600 sont visibles à 3 m, les afficheurs des séries -7650/-7660/-4600 à 6 m.

Références

7,62 mm

Réf. HP	Couleur	Description	Boîtiers et schémas
5082-7610	Rouge haut rendement	Anodes communes, point décimal à gauche	A
5082-7611		Anodes communes, point décimal à droite	B
5082-7613		Cathodes communes, point décimal à droite	C
5082-7616		Branchement universel*, dépassement ± 1, point décimal à droite	D
5082-7620	Jaune	Anodes communes, point décimal à gauche	A
5082-7621		Anodes communes, point décimal à droite	B
5082-7623		Cathodes communes, point décimal à droite	C
5082-7626		Branchement universel*, dépassement ± 1, point décimal à droite	D
HDSP-3600	Vert hautes performances	Anodes communes, point décimal à gauche	A
HDSP-3601		Anodes communes, point décimal à droite	B
HDSP-3603		Cathodes communes, point décimal à droite	C
HDSP-3606		Branchement universel*, dépassement ± 1, point décimal à droite	D

* Branchement universel : les anodes et cathodes de chaque DEL sont indépendantes et raccordées individuellement à une borne de sortie (voir schéma D).

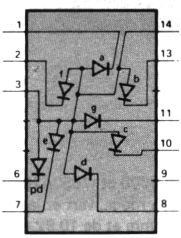
Références (suite)

10,9 mm

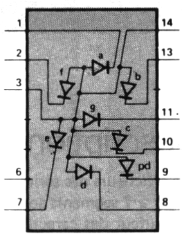
Réf. HP	Couleur	Description	Boîtiers et schémas
5082-7650	Rouge haut rendement	Anodes communes, point décimal à gauche	E
5082-7651		Anodes communes, point décimal à droite	F
5082-7653		Cathodes communes, point décimal à droite	G
5082-7656		Branchement universel*, dépassement ± 1, point décimal à droite	H
5082-7660	Jaune	Anodes communes, point décimal à gauche	E
5082-7661		Anodes communes, point décimal à droite	F
5082-7663		Cathodes communes, point décimal à droite	G
5082-7666		Branchement universel*, dépassement ± 1, point décimal à droite	H
HDSP-3600	Vert hautes performances	Anodes communes, point décimal à gauche	E
HDSP-3601		Anodes communes, point décimal à droite	F
HDSP-3603		Cathodes communes, point décimal à droite	G
HDSP-3606		Branchement universel*, dépassement ± 1, point décimal à droite	H

* Branchement universel : les anodes et cathodes de chaque DEL sont indépendantes et raccordées individuellement à une borne de sortie (voir schéma D).

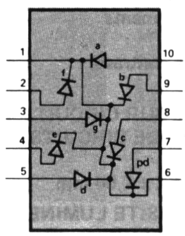
Schémas de câblage interne



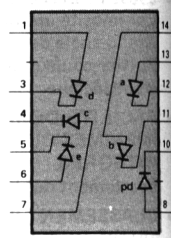
A



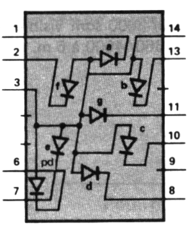
B



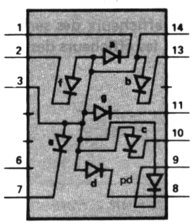
C



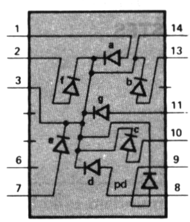
D



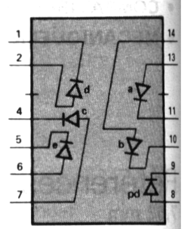
E



F



G



H

Valeurs limites absolues

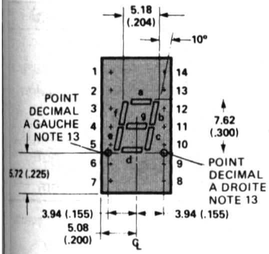
	Série -7610/-7650	Série -7620/-7660	Série -3600/-4600
Puissance dissipée en CC par segment ou PD	105 mW (1)	81 mW (2)	105 mW (3)
Température d'utilisation	– 40°C à + 85°C	– 40°C à + 85°C	– 40°C à + 85°C
Température de stockage	– 40°C à + 85°C	– 40°C à + 85°C	– 40°C à + 85°C
Courant direct crête par segment ou point décimal	90 mA (4)	60 mA (5)	90 mA (6)
Courant direct moyen par segment ou point décimal	30 mA (1)	20 mA (2)	30 mA (3)
Tension inverse par segment ou point décimal	3 V	3 V	3 V
Température de soudage (à une distance de 1,6 mm min. du plan de base du boîtier)	260°C pendant 3 s	260°C pendant 3 s	260°C pendant 3 s

Notes :

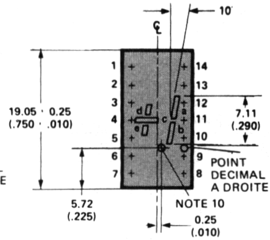
1. Se reporter à la courbe de variation de puissance de la figure 4.
2. Se reporter à la courbe de variation de puissance de la figure 5.
3. Se reporter à la courbe de variation de puissance de la figure 6.
4. Voir figure 1 pour les conditions de fonctionnement en impulsions.
5. Voir figure 2 pour les conditions de fonctionnement en impulsions.
6. Voir figure 3 pour les conditions de fonctionnement en impulsions.

Dimensions

AFFICHEURS 5082-7610, -7620,



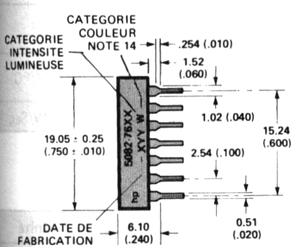
A, B, C



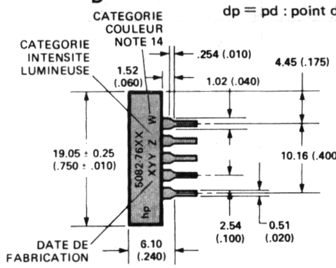
D

FONCTION				
BROCHE	A -7610/-7620/ -7630	B -7611/-7621/ -7631	C -7613/-7623/ -7633	D -7616/-7626 -7636
1	CATHODE-a	CATHODE-a	CATHODE[6]	ANODE-d
2	CATHODE-f	CATHODE-f	ANODE-f	
3	ANODE[3]	ANODE [3]	ANODE-g	CATHODE-d
4			ANODE-e	CATHODE-c
5			ANODE-d	CATHODE-e
6	CATHODE-dp	NON CON.[5]	CATHODE[6]	ANODE-e
7	CATHODE-e	CATHODE-e	ANODE-dp	ANODE-c
8	CATHODE-d	CATHODE-d	ANODE-c	ANODE-dp
9	NON CON.[5]	CATHODE-dp	ANODE-b	
10	CATHODE-c	CATHODE-c	ANODE-a	CATHODE-dp
11	CATHODE-g	CATHODE-g		CATHODE-b
12				CATHODE-a
13	CATHODE-b	CATHODE-b		ANODE-a
14	ANODE[3]	ANODE[3]		ANODE-b

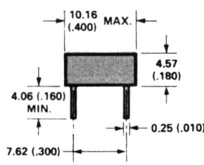
dp = pd : point décimal



A, B, D

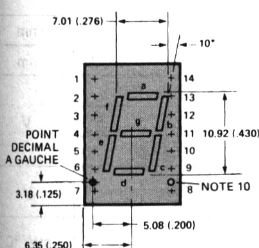


C

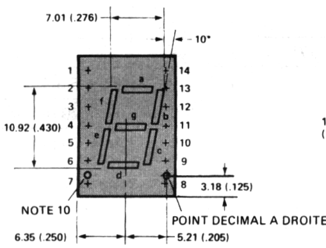


A, B, C, D

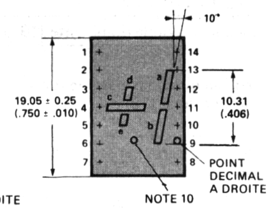
AFFICHEURS 5082-7650, -7660,



E

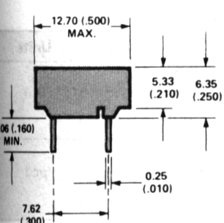


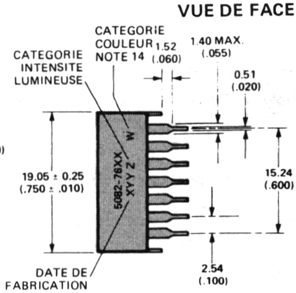
F, G



H

VUE DE FACE





VUE DE COTE

FONCTION				
BROCHE	E -7650/-7660/ -7670	F -7651/-7661/ -7671	G -7653/-7663/ -7673	H -7656/-7666/ -7676
1	CATHODE-a	CATHODE-a	ANODE-a	CATHODE-d
2	CATHODE-f	CATHODE-f	ANODE-f	ANODE-d
3	ANODE[3]	ANODE[3]	CATHODE[6]	
4				CATHODE-c
5				CATHODE-e
6	CATHODE-dp	NON CON.[5]	NON CON.[5]	ANODE-e
7	CATHODE-e	CATHODE-e	ANODE-e	ANODE-c
8	CATHODE-d	CATHODE-d	ANODE-d	ANODE-dp
9	NON CON.[5]	CATHODE-dp	ANODE-dp	CATHODE-dp
10	CATHODE-c	CATHODE-c	ANODE-c	CATHODE-b
11	CATHODE-g	CATHODE-g	ANODE-g	CATHODE-a
12				
13	CATHODE-b	CATHODE-b	ANODE-b	ANODE-a
14	ANODE[3]	ANODE[3]	CATHODE[6]	ANODE-b

dp = pd : point décimal

Notes :

7. Dimensions en mm et (pouces).
8. Dimensions nominales (sans tolérance).
9. Double sortie anode.
10. Point décimal non utilisé.
11. Voir schéma de câblage interne.
12. Double sortie cathode.
13. Voir tableau références pour point décimal à droite ou à gauche.
14. Pour les dispositifs jaunes et verts uniquement.

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

ROUGE HAUT RENDEMENT 5082-7610/-7611/-7613/-7616/-7650/-7651/-7653/-7656

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment (15) (moyenne par caractère)	I_V	5 mA CC	200	550		µcd
		20 mA CC		3025		
		60 mA crête Rapport cyclique 1/6		1765		
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			635		nm
Longueur d'onde dominante (16)	λ_d			626		nm
Tension directe par segment ou point décimal (18)	V_F	$I_F = 5$ mA		1,7		V
		$I_F = 20$ mA		2	2,5	
		$I_F = 60$ mA		2,8		
Courant inverse par segment ou point décimal (18, 19)	V_R	$I_R = 100\ \mu A$	3	30		V
Coefficient de température V_F/Seg ou point décimal	$\Delta V_F/°C$			−2		mV/°C
Résistance thermique jonction DEL-broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			282		°C/W/Seg

JAUNE 5082-7620/-7621/-7623/-7626/-7660/-7661/-7663/-7666

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment (15) (moyenne par caractère)	I_V	5 mA CC	160	400		µcd
		20 mA CC		2280		
		60 mA crête Rapport cyclique 1/6		1440		
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			583		nm
Longueur d'onde dominante (16, 17)	λ_d		581,5	586	592,5	nm
Tension directe par segment ou point décimal (18)	V_F	$I_F = 5$ mA		1,8		V
		$I_F = 20$ mA		2,2	2,5	
		$I_F = 60$ mA		3,1		
Courant inverse par segment ou point décimal (18, 19)	V_R	$I_R = 100\ \mu A$	3	50		V
Coefficient de température V_F/Seg ou point décimal	$\Delta V_F/°C$			−2		mV/°C
Résistance thermique jonction DEL-broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			282		°C/W/Seg

VERT HAUTES PERFORMANCES HDSP-3600/-3601/-3603/-3606/-4600/-4601/-4603/-4606

Paramètre	Dispositif HDSP-	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment (15) (moyenne par caractère)	Série 3600	I_V	10 mA CC	400	1100		µcd
			60 mA crête Rapport cyclique 1/6		1440		
	Série 4600		10 mA CC	460	1300		µcd
			60 mA crête Rapport cyclique 1/6		1700		

VERT HAUTES PERFORMANCES HDSP-3600/-3601/-3603/-3606/-4600/-4601/-4603/-4606

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			566		nm
Longueur d'onde dominante (16, 17) (moyenne par caractère)	λ_d			571	577	nm
Tension directe par segment ou point décimal (18)	V_F	$I_F = 10$ mA		2,1	2,5	V
Tension inverse par segment ou point décimal (18, 19)	V_R	$I_R = 100\ \mu A$	3	50		V
Résistance thermique jonction DEL-broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			285		°C/W/Seg

Notes :
15. Les afficheurs sont classés par intensité lumineuse à l'aide d'une lettre repère sur le côté droit du boîtier.
16. La longueur d'onde, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE.
17. Les afficheurs sont classés par longueur d'onde dominante à l'aide d'un chiffre à côté de la lettre indiquant l'intensité lumineuse.
18. Le niveau de qualité pour les caractéristiques électriques est de 1000 p.p.m.
19. Les spécifications typiques sont à titre d'information seulement. Ne pas dépasser les valeurs limites absolues.

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

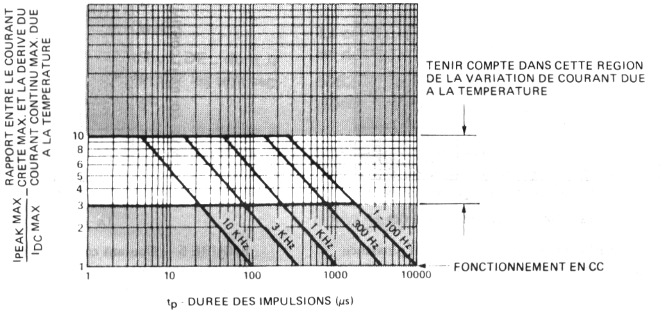


FIGURE 1 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions - Série 5082-7610/-7650

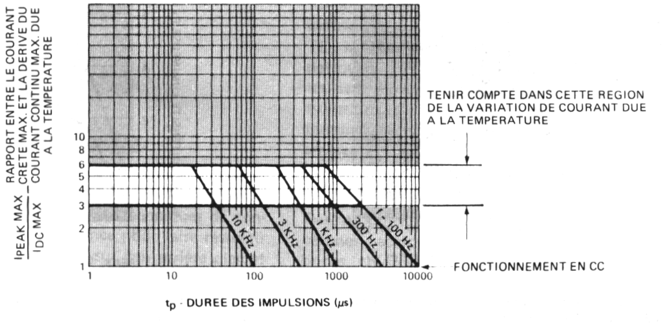


FIGURE 2 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions - Série 5082-7620/-7660

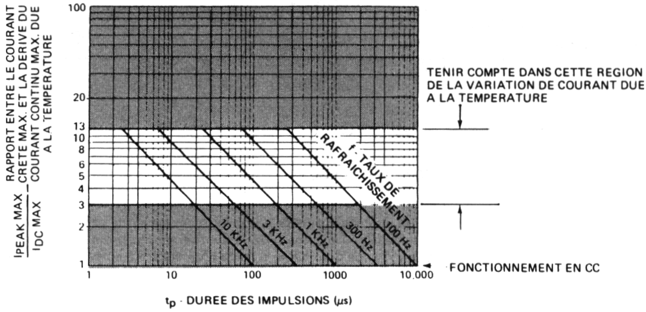


FIGURE 3 — Courant crête admissible en fonction de la durée des impulsions - Série HDSP-3600/-4600

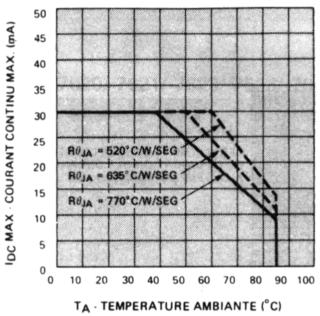


FIGURE 4 — Courant continu max. admissible et puissance dissipée par segment en fonction de la température ambiante - Série 5082-7610/-7650

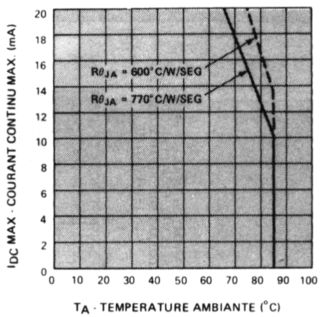


FIGURE 5 — Courant continu max. admissible et puissance dissipée par segment en fonction de la température ambiante - Série 5082-7620/-7660

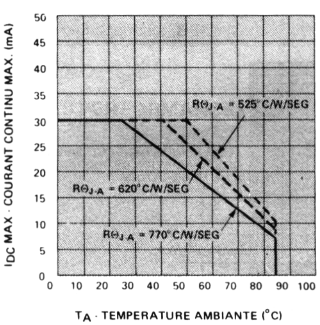


FIGURE 6 — Courant continu max. par segment en fonction de la température ambiante - Série HDSP-3600/-4600

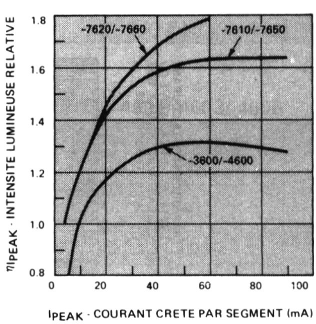


FIGURE 7 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant crête par segment

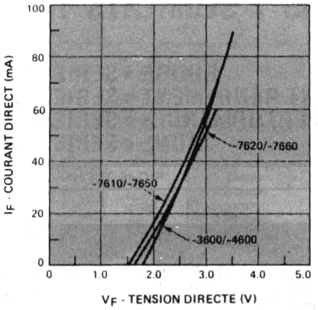


FIGURE 8 — Courant direct en fonction de la tension directe

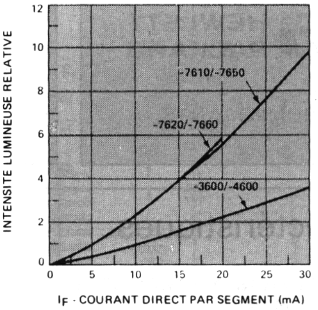


FIGURE 9 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant continu direct

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Les afficheurs de ces séries comportent huit DEL dont la lumière est agrandie optiquement pour former les sept segments de chaque chiffre et le point décimal.

Les afficheurs sont conçus pour fonctionner en multiplex à des courants crête importants. Les valeurs typiques de la tension directe, relevées sur la figure 8, doivent être utilisées pour calculer la valeur de la résistance limitant le courant et la puissance dissipée typique. La valeur maximale de V_F, désirée pour calculer le circuit de commande et la puissance maximale dissipée, peut être calculée en utilisant la méthode suivante :

Série 5082-7610/-7620/-7650/-7660 :

V_F MAX = 1,75 V + I_{PEAK} (38 Ω)
pour $I_{PEAK} \geqslant 20$ mA
V_F MAX = 1,6 V + I_{DC} (45 Ω)
pour 5 mA $\leqslant I_{DC} \leqslant$ 20 mA

Série HDSP-3600/-4600 :

V_F MAX = 2 V + I_{PEAK} (50 Ω)
pour $I_{PEAK} \geqslant 5$ mA

AMELIORATION DU CONTRASTE

Le renforcement du contraste a pour objectif d'améliorer la visibilité de l'afficheur sous de forts éclairages ambiants. Pour cela, il est fait appel à la fois aux techniques de contraste de luminance et de chrominance pour faire ressortir au maximum les segments illuminés sur leur arrière plan et au contraire les fondre au maximum s'ils sont éteints. Ce maximum est obtenu avec des segments incolores noyés dans un boîtier gris.

Le contraste peut être amélioré en plaçant devant l'afficheur un des types de filtres suivants ou équivalents.

5082-7610/ -7650	Panelgraphic rouge écarlate 65 ou gris 10 SGL Homalite H100-1670 rouge ou -1266 gris 3M Filtre à volets R6310 rouge ou N0210 gris
5082-7620/ -7660	Panelgraphic jaune 27 ou gris 10 SGL Homalite H100-1720 bronze ou -1266 gris 3M Filtre à volets A5910 bronze ou N0210 gris
HDSP-3600/ -4600	Panelgraphic vert 48 SGL Homalite H100-1440 vert 3M Filtre à volets G5610 vert ou N0210 gris

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Les performances optiques des afficheurs sont dues à des matières plastiques spécialement étudiées dans ce but mais sensibles aux solvents. Nous recommandons expressément de n'utiliser pour le nettoyage à la vapeur qu'un mélange Fréon (F113) - alcool, avec un temps de mise en contact inférieur à 2 mn. D'autres produits utilisables sont le Fréon TE, le Génésolv DI-15 ou DE-15, l'Arklone A ou K. Le nettoyage à l'eau à 60°C peut être utilisé avec rinçage neutralisant (solution ammoniaquée à 3%), rinçage de surface (solution à 1% de détergent), rinçage à l'eau chaude et pour terminer, séchage à l'air sec. Le nettoyage à la température ambiante peut se faire au Fréon T-E35 ou T-P35, à l'Ethanol, à l'Isopropanol ou à l'eau additionnée d'un détergent doux.

Des produits de nettoyage appartenant à la famille des cétones : acétone, méthyléthylcétone; etc., et des hydrocarbones chlorurés : chlorure méthylène, trichloréthylène, tétrachlorure de carbone, etc., sont déconseillés. Ces solvents attaquent ou dissolvent les époxy des boîtiers en plastique des DEL.

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

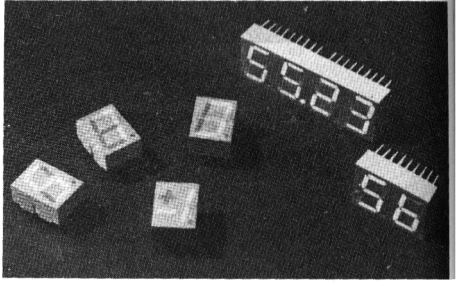
AFFICHEURS 7 SEGMENTS 14,2 mm

ROUGE • SERIE HDSP-5300
ROUGE HAUT RENDEMENT • SERIE HDSP-5500
VERT HAUTES PERFORMANCES • SERIE HDSP-5600
JAUNE • SERIE HDSP-5700

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- DIMENSIONS NORMALISEES DANS L'INDUSTRIE
- BROCHAGE STANDARD 15,24 x 2,54
- CHOIX DE QUATRE COULEURS
  Rouge
  Rouge haut rendement
  Jaune
  Vert hautes performances
- EXCELLENTE LISIBILITE
  Segments de luminosité uniforme
  Segments biseautés à leurs extrémités
  Boîtier gris pour un contraste maximal
- ANODES OU CATHODES COMMUNES
  Point décimal à droite
  Indicateur de dépassement ± 1
- CLASSEMENT PAR INTENSITE LUMINEUSE; AFFICHEURS JAUNES ET VERT TRIES PAR COULEUR
  Homogénéité lumineuse assurée



Description

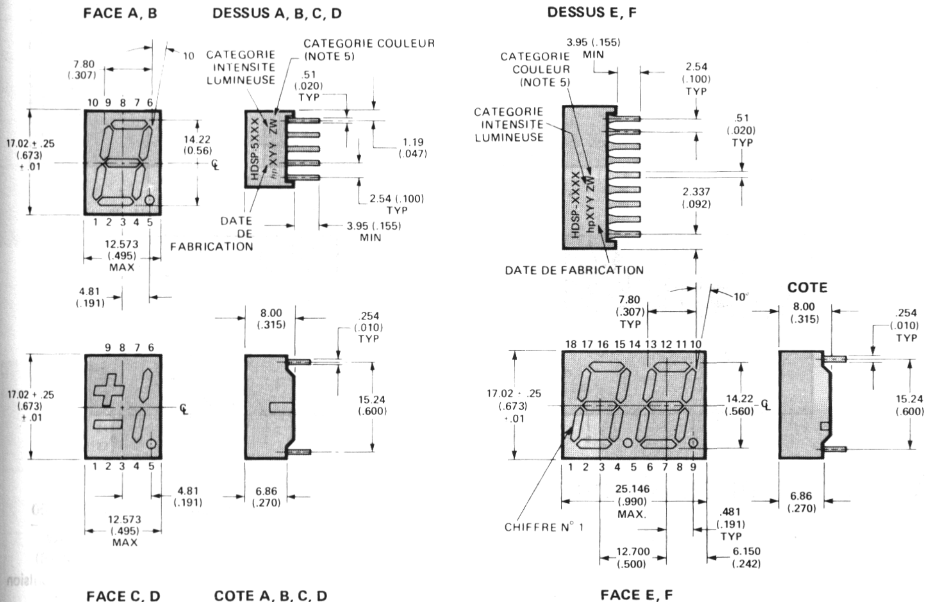
Les afficheurs sept segments de grande taille des séries HDSP-5300/-5500/-5600/-5700 sont des dispositifs à DEL dont les caractères ont une hauteur de 14,2 mm. Ils sont conçus pour être lisibles jusqu'à 7 m, même sous fort éclairage ambiant.

Leur boîtier et leur brochage sont conformes aux normes industrielles. Les dispositifs numériques ainsi que le caractère de dépassement ± 1, à anodes ou cathodes communes, ont le point décimal à droite.

Références

Réf. HDSP-	Couleur	Description	Boîtier
5301	Rouge	Anodes communes, point décimal à droite	A
5303		Cathodes communes, point décimal à droite	B
5307		Indicateur de dépassement ± 1, anodes communes	C
5308		Indicateur de dépassement ± 1, cathodes communes	D
5321		Deux chiffres, anodes communes, point décimal à droite	E
5323		Deux chiffres, cathodes communes, point décimal à droite	F
5501	Rouge haut rendement	Anodes communes, point décimal à droite	A
5503		Cathodes communes, point décimal à droite	B
5507		Indicateur de dépassement ± 1, anodes communes	C
5508		Indicateur de dépassement ± 1, cathodes communes	D
5521		Deux chiffres, anodes communes, point décimal à droite	E
5523		Deux chiffres, cathodes communes, point décimal à droite	F
5601	Vert hautes performances	Anodes communes, point décimal à droite	A
5603		Cathodes communes, point décimal à droite	B
5607		Indicateur de dépassement ± 1, anodes communes	C
5608		Indicateur de dépassement ± 1, cathodes communes	D
5621		Deux chiffres, anodes communes, point décimal à droite	E
5623		Deux chiffres, cathodes communes, point décimal à droite	F
5701	Jaune	Anodes communes, point décimal à droite	A
5703		Cathodes communes, point décimal à droite	B
5707		Indicateur de dépassement ± 1, anodes communes	C
5708		Indicateur de dépassement ± 1, cathodes communes	D
5721		Deux chiffres, anodes communes, point décimal à droite	E
5723		Deux chiffres, cathodes communes, point décimal à droite	F

Dimensions



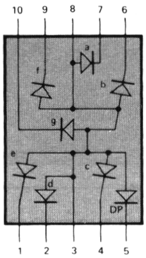
BROCHE	FONCTION					
	A	B	C	D	E	F
1	CATHODE e	ANODE e	CATHODE c	ANODE c	E CATHODE N° 1	E ANODE N° 1
2	CATHODE d	ANODE d	ANODE c, d	CATHODE c, d	D CATHODE N° 1	D ANODE N° 1
3	ANODE (3)	CATHODE (4)	CATHODE b	ANODE b	C CATHODE N° 1	C ANODE N° 1
4	CATHODE c	ANODE c	ANODE a, b, PD	CATHODE a, b, PD	PD CATHODE N° 1	PD ANODE N° 1
5	CATHODE PD	ANODE PD	CATHODE PD	ANODE PD	E CATHODE N° 2	E ANODE N° 2
6	CATHODE b	ANODE b	CATHODE a	ANODE a	D CATHODE N° 2	D ANODE N° 2
7	CATHODE a	ANODE a	ANODE a, b, PD	CATHODE a, b, PD	G CATHODE N° 2	G ANODE N° 2
8	ANODE (3)	CATHODE (4)	ANODE c, d	CATHODE c, d	C CATHODE N° 2	C ANODE N° 2
9	CATHODE f	ANODE f	CATHODE d	ANODE d	PD CATHODE N° 2	PD ANODE N° 2
10	CATHODE g	ANODE g	PAS DE BROCHE	PAS DE BROCHE	B CATHODE N° 2	B ANODE N° 2
11					A CATHODE N° 2	A ANODE N° 2
12					F CATHODE N° 2	F ANODE N° 2
13					CHIFFRE N° 2 ANODE	CHIFFRE N° 2 CATHODE
14					CHIFFRE N° 1 ANODE	CHIFFRE N° 1 CATHODE
15					B CATHODE N° 1	B ANODE N° 1
16					A CATHODE N° 1	A ANODE N° 1
17					G CATHODE N° 1	G ANODE N° 1
18					F CATHODE N° 1	F ANODE N° 1

Notes :

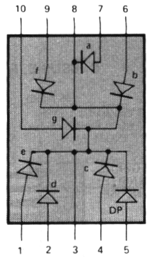
1. Dimensions en millimètres (pouces).
2. Dimensions nominales (sans tolérance).
3. Double sortie anode.
4. Double sortie cathode.
5. Séries HDSP-5600/-5700 uniquement.

Schémas de câblage interne

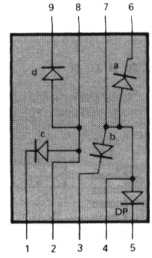
A



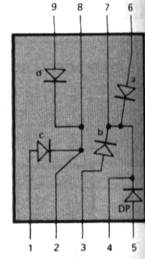
B



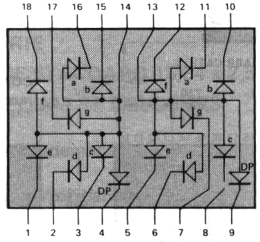
C



D

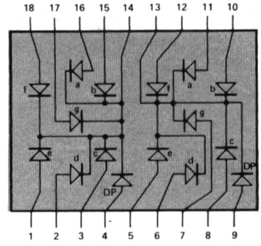


E



DP = point décimal

F



Valeurs limites absolues

	Série -5300	Série -5500/-5600	Série -5700
Puissance moyenne dissipée par segment ou PD	60 mW	105 mW	80 mW
Courant direct crête par segment ou point décimal ...	150 mA (6) (largeur d'impulsion ⩽ 2 ms)	90 mA (7) (largeur d'impulsion ⩽ 1 ms)	60 mA (8) (largeur d'impulsion ⩽ 1 ms
Courant direct continu par segment ou pd (9)	25 mA	30 mA	20 mA
Température de fonctionnement	– 40°C à + 85°C	– 40°C à + 85°C	– 40°C à + 85°C
Température de stockage	– 40°C à + 85°C	– 40°C à + 75°C	– 40°C à + 85°C
Tension inverse par segment ou point décimal	3 V	3 V	3 V
Température de soudage	260°C pendant 3 s	260°C pendant 3 s	260°C pendant 3 s

(à une distance de 1,6 mm min. du plan de base du boîtier)

Notes :

6. Se reporter à la figure 1 pour établir les conditions de fonctionnement en impulsions.
7. Se reporter à la figure 6 pour établir les conditions de fonctionnement en impulsions HDSP-5500. Voir figure 7 pour la série HDSP-5600.
8. Se reporter à la figure 8 pour établir les conditions de fonction- nement en impulsions.
9. Dérive courant continu max. : voir fig. 2 pour la série -5300; voir la fig. 9 pour la série -5500; voir fig. 10 pour la série -5600; voir la fig. 11 pour la série -5700.

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

ROUGE SERIE HDSP-5300

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment (10) (moyenne par chiffre)	I_V	I_F = 20 mA CC	400	1200		µcd
		100 mA crête Rapport cyclique 1/5		1300		µcd
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			655		nm
Longueur d'onde dominante (11)	λ_d			640		nm
Tension directe par segment ou point décimal (12)	V_F	I_F = 20 mA		1,6	2	V
Tension inverse par segment ou point décimal (12, 17)	V_R	I_R = 100 µA	3	12		V
Résistance thermique jonction DEL-broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			345		°C/W/Seg

Notes :

10. Les afficheurs sont repérés par intensité lumineuse à l'aide d'une lettre sur le côté du boîtier. L'intensité lumineuse minimale et le repérage sont déterminés en calculant la moyenne arithmétique des intensités de chaque segment, point décimal non compris.
11. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE.
12. Le niveau de qualité des caractéristiques électriques est de 1000 p.p.m.

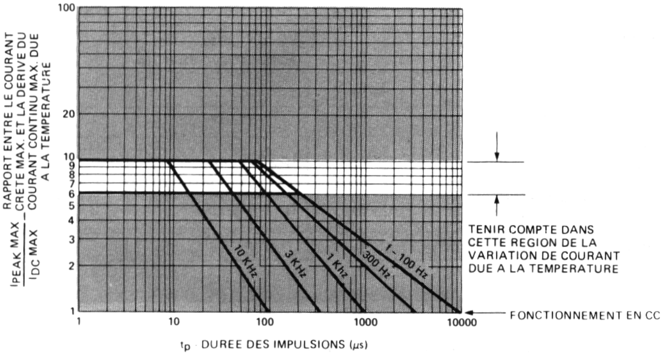


FIGURE 1 — Courant crête admissible en fonction de la durée des impulsions

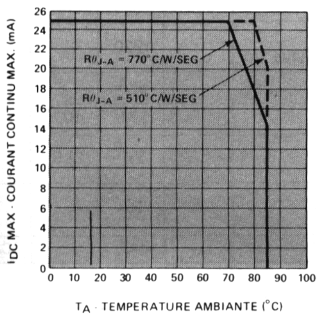


FIGURE 2 — Courant direct max. admissible par segment en fonction de la température ambiante. Dérive fondée sur les valeurs max. admissibles de la résistance thermique jonction DEL-ambiance pour un segment. T_J MAX = 105°C

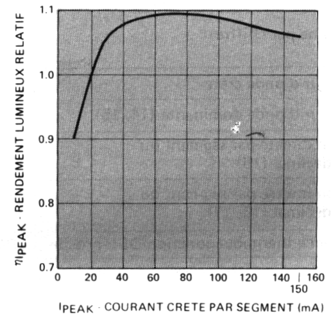


FIGURE 3 — Rendement lumineux relatif (par unité de courant) en fonction du courant crête par segment

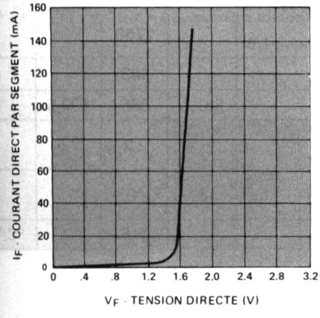


FIGURE 4 — Caractéristiques courant direct/tension directe

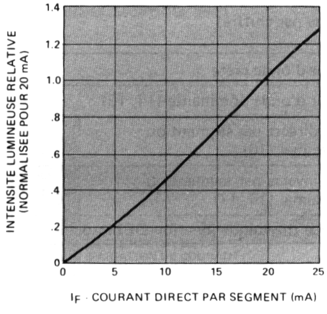


FIGURE 5 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant continu direct

Pour plus de renseignements sur l'utilisation des fiches techniques et les méthodes de soudage recommandées, se reporter à la note d'applications 1005

ROUGE HAUT RENDEMENT SERIE HDSP-5500

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment (13) (moyenne par chiffre)	I_V	10 mA CC	600	2500		µcd
		60 mA crête Rapport cyclique 1/6		3300		µcd
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			635		nm
Longueur d'onde dominante (14)	λ_d			626		nm
Tension directe par segment ou point décimal (16)	V_F	$I_F = 20$ mA		2,1	2,5	V
Tension inverse par segment ou point décimal (16)	V_R	$I_R = 100\ \mu A$	3	30		V
Résistance thermique jonction DEL-broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			345		°C/W/Seg

VERT HAUTES PERFORMANCES SERIE HDSP-5600

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment (13) (moyenne par chiffre)	I_V	10 mA CC	600	1500		µcd
		60 mA crête Rapport cyclique 1/6		1920		µcd
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			566		nm
Longueur d'onde dominante (14, 15)	λ_d			571	577	nm
Tension directe par segment ou point décimal (16)	V_F	$I_F = 20$ mA		2,1	2,5	V
Tension inverse par segment ou point décimal (16, 17)	V_R	$I_R = 100\ \mu A$	3	50		V
Résistance thermique jonction DEL-broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			345		°C/W/Seg

JAUNE SERIE HDSP-5700

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment (13) (moyenne par chiffre)	I_V	10 mA CC	600	1800		µcd
		60 mA crête Rapport cyclique 1/6		2750		µcd
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			583		nm
Longueur d'onde dominante (14, 15)	λ_d		581,5	586	592,5	nm
Tension directe par segment ou point décimal (16)	V_F	$I_F = 20$ mA		2,2	2,5	V
Tension inverse par segment ou point décimal (16, 17)	V_R	$I_R = 100\ \mu A$	3	40		V
Résistance thermique jonction DEL-broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			345		°C/W/Seg

Notes :

13. Les afficheurs sont repérés par intensité lumineuse à l'aide d'une lettre sur le côté du boîtier. L'intensité lumineuse minimale et le repérage sont déterminés en calculant la moyenne arithmétique des intensités de chaque segment, point décimal non compris.
14. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE.
15. Les afficheurs jaunes série HDSP-5700 sont classés par longueur d'onde dominante à l'aide d'un chiffre à côté de la lettre indiquant l'intensité lumineuse.
16. Le niveau de qualité des caractéristiques électriques est de 1000 p.p.m.
17. Les spécifications typiques sont données à titre d'information seulement. Ne pas dépasser les valeurs limites absolue.

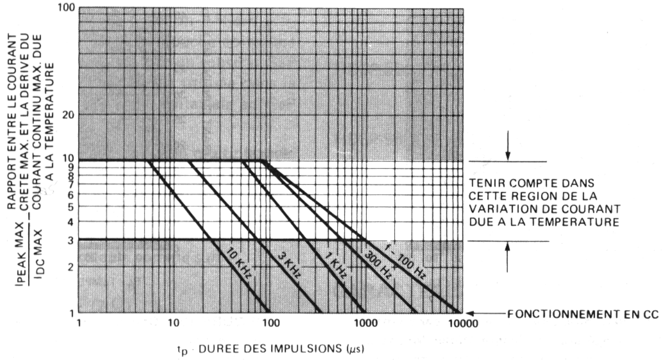


FIGURE 6 – Courant crête admissible en fonction de la durée des impulsions. Série HDSP-5500

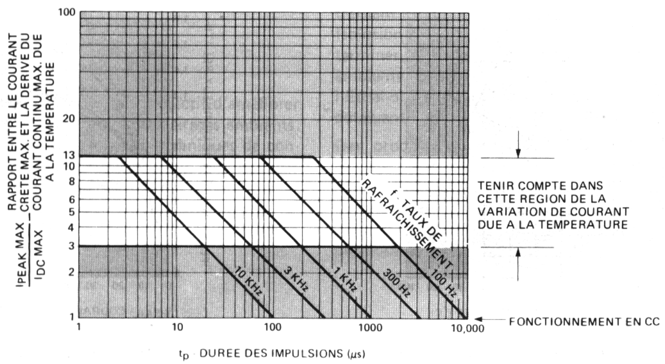


FIGURE 7 – Courant crête admissible en fonction de la durée des impulsions. Série HDSP-5600

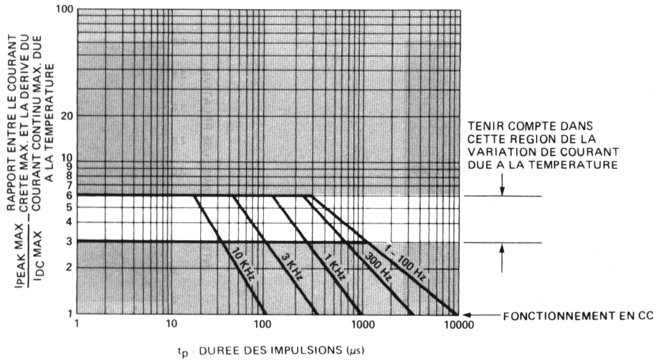


FIGURE 8 – Courant crête admissible en fonction de la durée des impulsions. Série HDSP-5700

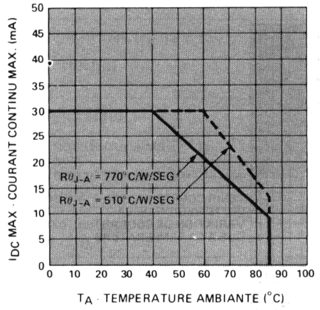


FIGURE 9 — Courant direct max. admissible par segment en fonction de la température ambiante. Dérive fondée sur les valeurs max. admissibles de la résistance thermique jonction DEL-ambiance pour un segment. T_J MAX = 105°C. Série HDSP-5500

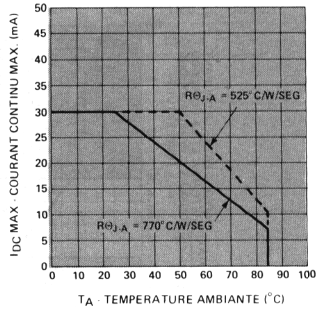


FIGURE 10 — Courant direct max. admissible par segment en fonction de la température ambiante. Dérive fondée sur les valeurs max. admissibles de la résistance thermique jonction DEL-ambiance pour un segment. T_J MAX = 105°C. Série HDSP-5600

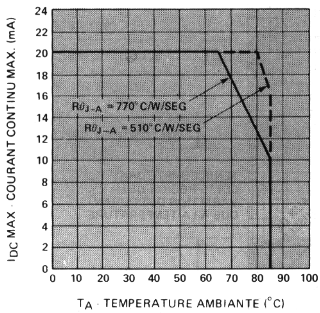


FIGURE 11 — Courant direct max. admissible par segment en fonction de la température ambiante. Dérive fondée sur les valeurs max. admissibles de la résistance thermique jonction DEL-ambiance pour un segment. T_J MAX = 105°C. Série HDSP-5700

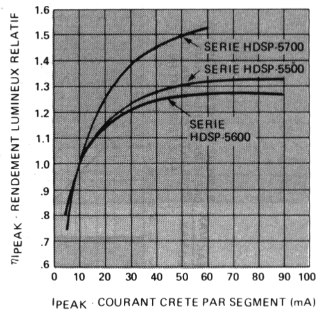


FIGURE 12 — Rendement lumineux relatif (par unité de courant) en fonction du courant crête par segment

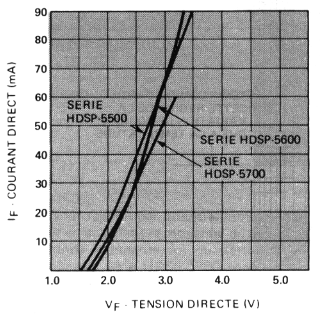


FIGURE 13 — Caractéristiques courant direct /tension directe

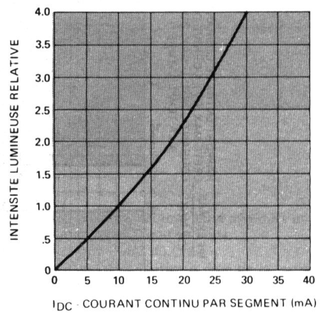


FIGURE 14 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant continu direct. Séries HDSP-5500/-5600/-5700

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Ces afficheurs sont constitués par huit DEL dont le faisceau lumineux est dilaté optiquement pour former les 7 segments d'un chiffre et le point décimal. La jonction P-N des afficheurs série -5300 est diffusée dans une couche épitaxiale de GaAsP sur substrat GaAs, remplacé par un substrat GaP dans les séries -5500 et -5700. La jonction utilisée dans la série -5600 est diffusée dans une couche épitaxiale au GaP sur substrat Gap.

Les afficheurs sont destinés à fonctionner en multiplexage. Les valeurs des tensions directes typiques, extraites des courbes des figures 4 ou 13, permettent de calculer la valeur de la résistance de limitation et la puissance dissipée. La valeur V_F maximale des circuits de commande et de la puissance dissipée maximale se calcule comme suit :

Série HDSP-5300 :
V_F MAX = 1,55 V + I_{PEAK} (7 Ω)
pour $I_{PEAK} \geqslant 5$ mA

Série HDSP-5500/-5700 :
V_F MAX = 1,75 V + I_{PEAK} (38 Ω)
pour $I_{PEAK} \geqslant 20$ mA
V_F MAX = 1,5 V + I_{DC} (45 Ω)
pour 5 mA $\leqslant I_{DC} \leqslant$ 20 mA

Série HDSP-5600 :
V_F MAX = 2 V + I_{PEAK} (50 Ω)
pour $I_{PEAK} \geqslant 5$ mA

AMELIORATION DU CONTRASTE

Le renforcement du contraste a pour objectif d'améliorer la visibilité de l'afficheur sous de forts éclairages ambiants. Pour cela, il est fait appel à la fois aux techniques de contraste de luminance et de chrominance pour faire ressortir au maximum les segments illuminés sur leur arrière plan et au contraire les fondre au maximum s'ils sont éteints. Ce maximum est obtenu avec des segments incolores noyés dans un boîtier gris.

Le contraste peut être amélioré en plaçant devant l'afficheur un des types de filtres suivants ou équivalents.

HDSP-5300	Panelgraphic rouge écarlate 60 SGL Homalite H100-1605 rouge 3M Filtre à volets R6610 rouge ou N0210 gris
HDSP-5500	Panelgraphic rouge écarlate D65 ou gris 10 SGL Homalite H100-1670 rouge ou -1266 gris 3M Filtre à volets R6310 rouge ou N0210 gris
HDSP-5600	Panelgraphic vert 48 SGL Homalite H100-1440 vert 3M Filtre à volets G5610 vert ou N0210 gris
HDSP-5700	Panelgraphic jaune 27 ou gris 10 SGL Homalite H100-1720 bronze ou -1266 gris 3M Filtre à volets A5910 bronze ou N0210 gris

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Les performances optiques des afficheurs sont dues à des matières plastiques spécialement étudiées dans ce but mais sensibles aux solvents. Nous recommandons expressément de n'utiliser pour le nettoyage à la vapeur qu'un mélange Fréon (F113) - alcool, avec un temps de mise en contact inférieur à 2 mn. D'autres produits utilisables sont le Fréon TE, le Génésolv DI-15 ou DE-15, l'Arklone A ou K. Le nettoyage à l'eau à 60°C peut être utilisé avec rinçage neutralisant (solution ammoniaquée à 3%), rinçage de surface (solution à 1% de détergent), rinçage à l'eau chaude et pour terminer, séchage à l'air sec. Le nettoyage à la température ambiante peut se faire au Fréon T-E35 ou T-P35, à l'Ethanol, à l'Isopropanol ou à l'eau additionnée d'un détergent doux.

Des produits de nettoyage appartenant à la famille des cétones : acétone, méthyléthylcétone; etc., et des hydrocarbones chlorurés : chlorure méthylène, trichloréthylène, tétrachlorure de carbone, etc., sont déconseillés. Ces solvents attaquent ou dissolvent les époxy des boîtiers en plastique des DEL.

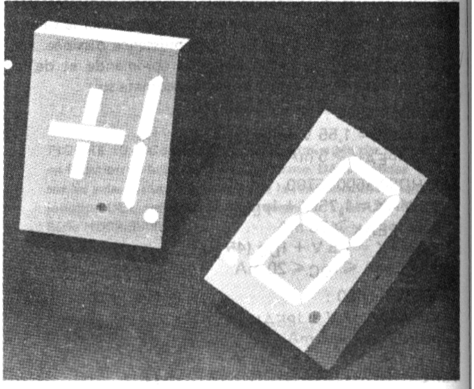
AFFICHEURS 7 SEGMENTS 20 mm

ROUGE • SERIE HDSP-3400
ROUGE HAUT RENDEMENT • SERIE HDSP-3900
JAUNE • SERIE HDSP-4200
VERT HAUTES PERFORMANCES • SERIE HDSP-8600

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **HAUTEUR DES CARACTERES 20 mm**
  Visibles à plus de 10 m
- **CHOIX DE QUATRE COULEURS**
  Rouge
  Rouge haut rendement
  Jaune
  Vert hautes performances
- **EXCELLENTE LISIBILITE**
  Amélioration du contraste due :
  — au boîtier gris
  — aux segments non teintés
  Grand angle de lecture
  Luminosité uniforme des segments
  Segments biseautés à leurs extrémités
- **CLASSEMENT PAR CATEGORIE LUMINEUSE**
  Assure l'homogénéité lumineuse des afficheurs
- **COMPATIBLES CIRCUITS INTEGRES**
- **MECANIQUEMENT ROBUSTES**



Description

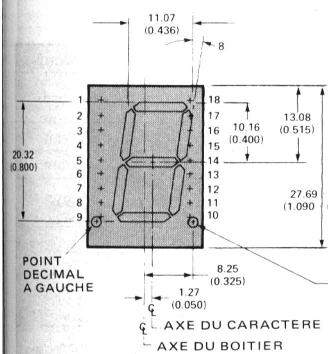
Les afficheurs sept segments de la série HDSP-3400/-3900/-4200/-8600 sont des dispositifs à DEL au GaAsP dont les caractères ont une hauteur de 20 mm. Ils ont été conçus pour être lisibles à 10 m sous fort éclairage ambiant.

Leur brochage standard DUAL IN LINE 15,24 x 2,54 mm permet de les souder directement sur circuits imprimés ou de les monter sur support de circuits intégrés. Leur tension directe étant faible, ils sont particulièrement compatibles avec les circuits intégrés et peuvent être utilisés dans les appareils de mesure, les caisses enregistreuses, les appareils de télévision, les bascules et pendules numériques.

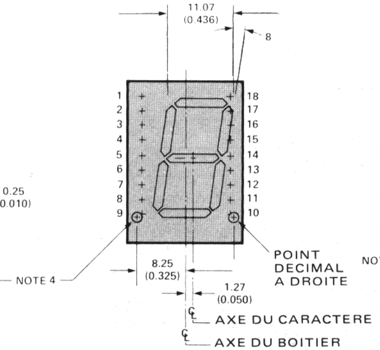
Références

Référence	Couleur	Description	Boîtier et schéma
HDSP-3400	Rouge	Anodes communes, point décimal à gauche	A
HDSP-3401		Anodes communes, point décimal à droite	B
HDSP-3403		Cathodes communes, point décimal à droite	C
HDSP-3405		Cathodes communes, point décimal à gauche	D
HDSP-3406		Indicateur de dépassement ± 1, point décimal à droite	E
HDSP-3900	Rouge haut rendement	Anodes communes, point décimal à gauche	A
HDSP-3901		Anodes communes, point décimal à droite	B
HDSP-3903		Cathodes communes, point décimal à droite	C
HDSP-3905		Cathodes communes, point décimal à gauche	D
HDSP-3906		Indicateur de dépassement ± 1, point décimal à droite	E
HDSP-4200	Jaune	Anodes communes, point décimal à gauche	A
HDSP-4201		Anodes communes, point décimal à droite	B
HDSP-4203		Cathodes communes, point décimal à droite	C
HDSP-4205		Cathodes communes, point décimal à gauche	D
HDSP-4206		Indicateur de dépasement ± 1, point décimal à droite	E
HDSP-8600	Vert hautes performances	Anodes communes, point décimal à gauche	A
HDSP-8601		Anodes communes, point décimal à droite	B
HDSP-8603		Cathodes communes, point décimal à droite	C
HDSP-8605		Cathodes communes, point décimal à gauche	D
HDSP-8606		Indicateur de dépassement ± 1	E

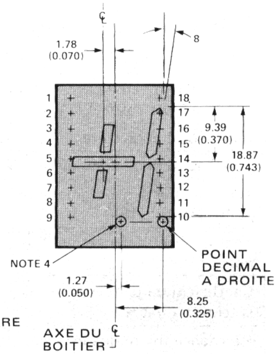
Dimensions (SERIE -3900/-4200)



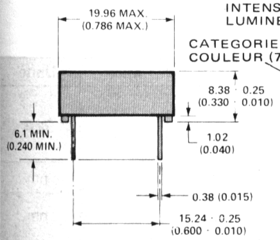
VUE DE DESSUS A, D



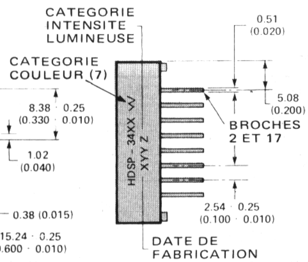
VUE DE DESSUS B, C



VUE DE DESSUS E



VUE DE FACE



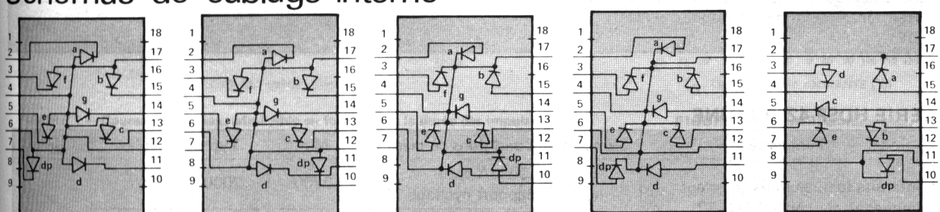
VUE DE PROFIL

BROCHE	FONCTION				
	A 3400/3900/ 4200/8600	B 3401/3901/ 4201/8601	C 3403/3903/ 4203/8603	D 3405/3905/ 4205/8605	E 3046/3906/ 4206/8606
1					
2	CATHODE-a	CATHODE-a	ANODE-a	ANODE-a	CATHODE-a
3	CATHODE-f	CATHODE-f	ANODE-f	ANODE-f	ANODE-d
4	ANODE[3]	ANODE[3]	CATHODE[6]	CATHODE[6]	CATHODE-d
5	CATHODE-e	CATHODE-e	ANODE-e	ANODE-e	CATHODE-c
6	ANODE[3]	ANODE[3]	CATHODE[6]	CATHODE[6]	CATHODE-e
7	CATHODE-dp	NON CON.	NON CON.	ANODE-dp	ANODE-e
8					CATHODE-dp
9					
10		CATHODE-dp	ANODE-dp		ANODE-dp
11	CATHODE-d	CATHODE-d	ANODE-d	ANODE-d	CATHODE-dp
12	ANODE[3]	ANODE[3]	CATHODE[6]	CATHODE[6]	CATHODE-b
13	CATHODE-c	CATHODE-c	ANODE-c	ANODE-c	ANODE-b
14	CATHODE-g	CATHODE-g	ANODE-g	ANODE-g	ANODE-c
15	CATHODE-b	CATHODE-b	ANODE-b	ANODE-b	ANODE-a
16					
17	ANODE[3]	ANODE[3]	CATHODE[6]	CATHODE[6]	CATHODE-a
18					

dp = point décimal

Notes :
1. Dimensions en mm (pouces).
2. Dimensions nominales (sans tolérance).
3. Double sortie anode.
4. Point décimal non utilisé.
5. Voir schéma de câblage interne.
6. Double sortie cathode.
7. Pour des produits de la série HDSP-4200/-8600 exclusivement.
8. Se reporter au tableau des références pour la désignation des points décimaux à gauche et à droite.

Schémas de câblage interne



A B C D E

dp = point décimal

Valeurs limites absolues

	Série -3400	Série -3900/-4200	Série -8600
Puissance dissipée en courant continu par segment ou point décimal ($T_A = 25°C$) (9)	120 mW	105 mW	105 mW
Température de fonctionnement	– 40°C à + 85°C	– 40°C à + 85°C	– 40°C à + 85°C
Température de stockage	– 40°C à + 85°C	– 40°C à + 85°C	– 40°C à + 85°C
Courant direct crête par segment ou point décimal ($T_A = 25°C$, impulsions = 1,2 ms) (10)	200 mA	135 mA	90 mA
Courant direct moyen par segment ou pd ($T_A = 25°C$) (9)	50 mA	40 mA	30 mA
Tension inverse par segment ou point décimal	3 V	3 V	3 V
Température de soudage (à une distance de 1,6 mm min du plan de base du boîtier)	260°C pendant 3 s	260°C pendant 3 s	260°C pendant 3 s

Notes : 9. Se reporter aux courbes de réduction de courant (figure 2 pour la série -3400, figure 7 pour les séries -3900/-4200 et figure 12 pour la série -8600).

10. Se reporter aux courbes correspondantes pour les conditions de fonctionnement en impulsions (figure 1 pour la série -3400, figure 6 pour les séries -3900/-4200 et figure 11 pour la série -8600).

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25^oC$

SERIE HDSP-3400 ROUGE

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment (moyenne par chiffre) (11, 12)	I_V	$I_F = 20$ mA	500	1200		µcd
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			655		nm
Longueur d'onde dominante (13)	λ_d			640		nm
Tension directe par segment ou point décimal (15)	V_F	$I_F = 20$ mA		1,6	2	V
Tension inverse par segment ou point décimal (14, 15)	V_R	$I_R = 100$ µA	3	20		V
Coefficient de température de la tension directe	$\Delta V_F/°C$	$I_F = 20$ mA		– 1,5		mV/°C
Résistance thermique jonction DEL-broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			375		°C/W/seg

SERIE HDSP-3900 ROUGE HAUT RENDEMENT

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment (moyenne par chiffre) (11, 12)	I_V	100 mA crête Rapport cyclique 1/5	2200	7000		µcd
		20 mA cc		4800		
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			635		nm
Longueur d'onde dominante (moyenne par chiffre) (13)	λ_d			626		nm
Tension directe par segment ou point décimal (15)	V_F	$I_F = 100$ mA		2,6	3,5	V
Tension inverse par segment ou point décimal (15, 16)	V_R	$I_R = 100$ µA	3	25		V
Coefficient de température de la tension directe	$\Delta V_F/°C$	$I_F = 100$ mA		– 1,1		mV/°C
Résistance thermique jonction DEL-broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			375		°C/W/seg

SERIE HDSP-4200 JAUNE

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment (moyenne par chiffre) (11, 12)	I_V	100 mA crête Rapport cyclique 1/5	2200	7000		µcd
		20 mA cc		3400		
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			583		nm
Longueur d'onde dominante (moyenne par chiffre) (13, 14)	λ_d		581,5	586	592,5	nm
Tension directe par segment ou point décimal (15)	V_F	$I_F = 100$ mA		2,6	3,5	V
Tension inverse par segment ou point décimal (15, 16)	V_R	$I_R = 100$ µA	3	25		V
Coefficient de température de la tension directe	$\Delta V_F/°C$	$I_F = 100$ mA		– 1,1		mV/°C
Résistance thermique jonction DEL-broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			375		°C/W/seg

SERIE HDSP-8600 VERT HAUTES PERFORMANCES

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment (moyenne par chiffre) (11, 12)	I_V	60 mA crête Rapport cyclique 1/5		1960		µcd
		10 mA cc	700	1500		
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			566		nm
Longueur d'onde dominante (moyenne par chiffre) (13, 14)	λ_d			571	577	nm
Tension directe par segment ou point décimal (15)	V_F	$I_F = 10$ mA		2,1	2,5	V
Tension inverse par segment ou point décimal (15, 16)	V_R	$I_R = 100\ \mu A$	3	50		V
Résistance thermique jonction DEL-broche	$R\theta_{J\text{-}PIN}$			375		°C/W/seg

Notes : 11. La température initiale du boîtier avant la mesure de lumière est de 25°C.
12. Les chiffres sont classés par intensité lumineuse à l'aide d'une lettre repère sur le côté du boîtier.
13. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE.
14. Les afficheurs jaunes et verts sont classés par longueur d'onde dominante à l'aide d'un chiffre à côté de la lettre indiquant l'intensité lumineuse.
15. Le niveau de qualité des caractéristiques électriques est de 1000 p.p.m.
16. La spécification typique est donnée à titre d'information seulement. Ne pas dépasser les valeurs limites absolues.

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

SERIE HDSP-3400

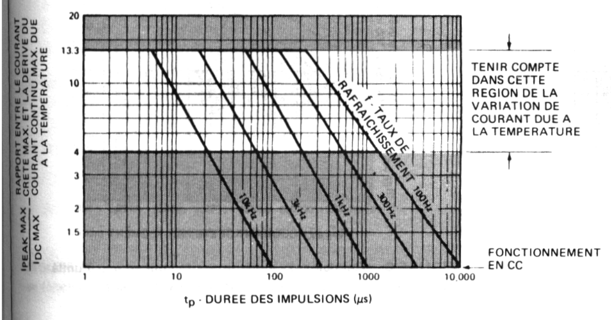


FIGURE 1 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions

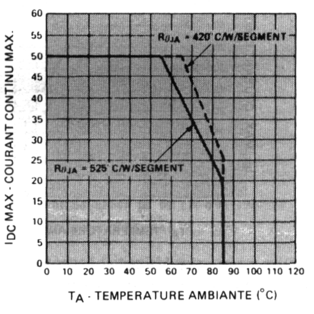


FIGURE 2 — Courant continu max. admissible par segment en fonction de la température ambiante

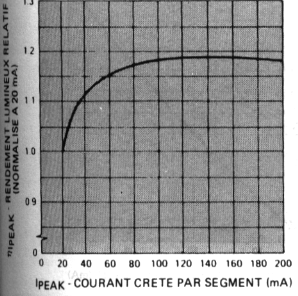


FIGURE 3 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête par segment

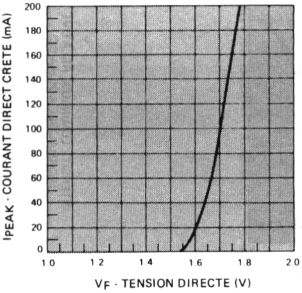


FIGURE 4 — Courant direct crête par segment en fonction de la tension directe crête

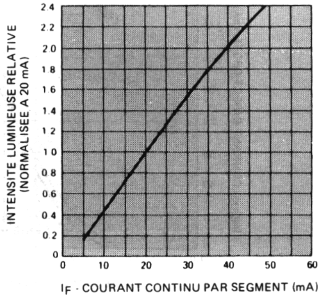


FIGURE 5 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant continu direct

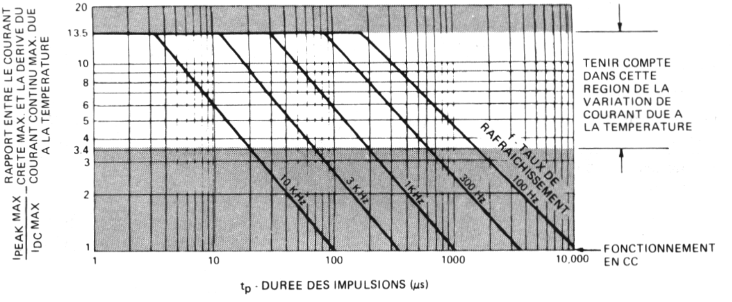


FIGURE 6 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions

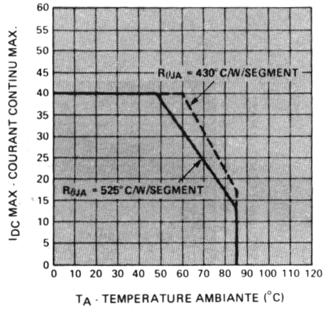


FIGURE 7 — Courant continu max. admissible par segment en fonction de la température ambiante

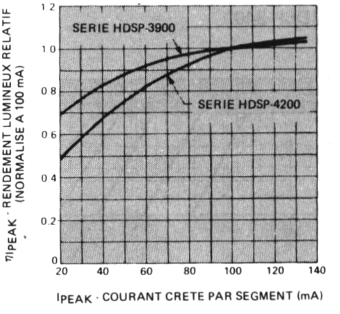


FIGURE 8 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête par segment

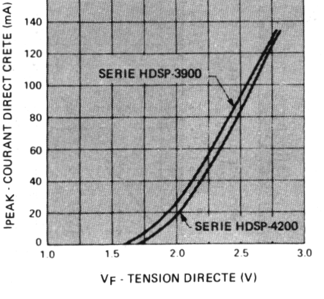


FIGURE 9 — Courant direct crête par segment en fonction de la tension directe crête

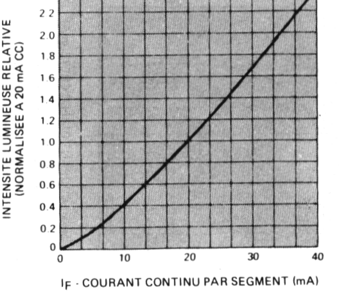


FIGURE 10 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant continu direct

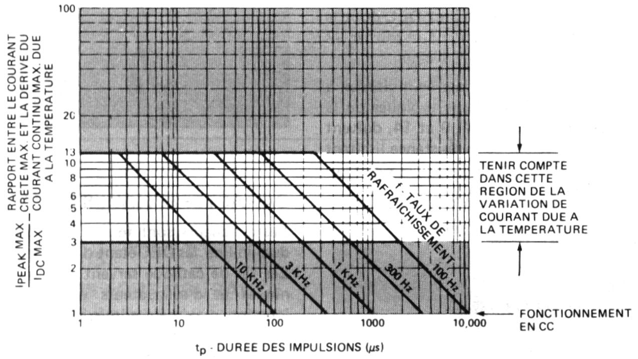


FIGURE 11 — Courant crête max. admissible en fonction de la durée des impulsions

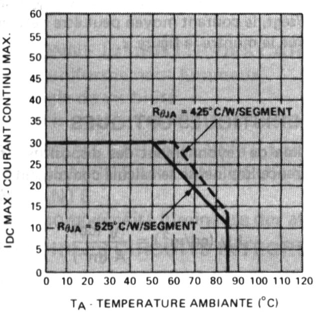


FIGURE 12 — Courant continu max. admissible par segment en fonction de la température ambiante

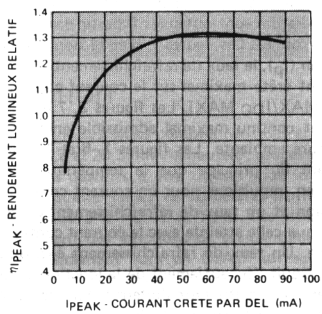


FIGURE 13 — Rendement relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête par segment

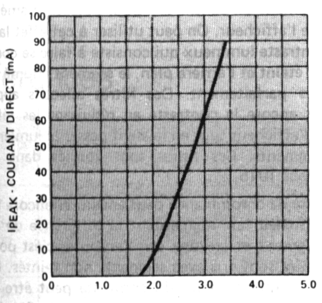


FIGURE 14 — Courant direct crête par segment en fonction de la tension directe crête

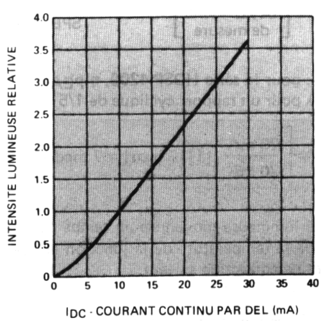


FIGURE 15 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant continu direct

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Les afficheurs de ces séries comportent huit DEL dont le faisceau lumineux est dilaté optiquement pour former les sept segments de chaque chiffre et le point décimal.

Les afficheurs sont conçus pour fonctionner en multiplex à des courants crête importants. Les valeurs typiques de la tension directe, relevées sur les figures 4, 9 et 14, doivent être utilisées pour calculer la valeur de la résistance limitant le courant et la puissance dissipée typique. La valeur maximale de V_F peut être calculée comme suit :

Série HDSP-3400
V_F MAX = 1,55 V + I_{PEAK} (7 Ω)
pour $I_{PEAK} \geqslant 5$ mA

Série HDSP-3900/4200
V_F MAX = 2,15 V + I_{PEAK} (13,5 Ω)
pour $I_F \geqslant 30$ mA
V_F MAX = 1,9 V + I_{DC} (21,8 Ω)
pour 10 mA $\leqslant I_F \leqslant$ 30 mA

Série HDSP-8600
V_F MAX = 2 V + I_{PEAK} (50 Ω)
pour $I_{PEAK} \geqslant 5$ mA

Les conditions de fonctionnement en multiplex par rapport à la température sont obtenues à partir des figures 1, 6 ou 11 et 2, 7 ou 12. Les figures 1, 6 et 11 donnent la durée de l'impulsion (t_p), le taux de rafraîchissement (f) et le rapport du courant crête maximal sur le courant continu maximal (I_{PEAK} MAX/I_{DC} MAX). Les figures 2, 7 et 12 indiquent le courant continu maximal admissible en fonction de la température ambiante. Les figures 1, 6 et 11 sont établies en partant du principe que la température crête de la jonction en impulsions pour un courant crête, une largeur d'impulsion et un taux de rafraîchissement déterminés est la même que celle atteinte avec le courant continu maximal admissible. Un taux de rafraîchissement égal ou supérieur à 1 kHz réduit l'échauffement de la jonction en impulsion, permettant ainsi d'atteindre l'intensité lumineuse moyennée en temps maximale qui se calcule en utilisant la caractéristique de rendement relatif de la figure 3, 8 ou 13 et le courant direct moyen. L'intensité lumineuse moyennée en temps, I_V (à 25°C), la température du boîtier étant de 25°C, se calcule comme suit :

$$I_V (25°C) = \left[\frac{I_{AVG}}{I_{AVG} \text{ Cond. de mesure}} \right] [\eta I_{PEAK}] [I_V \text{ SPECIFICATIONS}]$$

Exemple : pour la série HDSP-4200, $\eta I_{PEAK} = 1$ à I_{PEAK} = 100 mA pour un rapport cyclique de 1/5 :

$$I_V (25°C) = \left[\frac{20 \text{ mA}}{20 \text{ mA}} \right] [1] [7 \text{ mcd}] = 7 \text{ mcd/segt}$$

L'intensité lumineuse moyennée en temps peut se régler en fonction de la température de la jonction en appliquant le coefficient de correction suivant :

$$I_V (T_J) = I_V (25°C)\, e^{[\,k\,(T_J + 25°C)\,]}$$

où $T_J = T_A + P_D \,.\, R\theta_{J\text{-}A}$

Référence	K
-3400	– 0,0188/°C
-3900	– 0,0131/°C
-4200	– 0,0112/°C
-8600	– 0,0044/°C

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Les afficheurs sont fournis en boîtier métallique à sorties dual-in-line, les DEL étant directement fixées sur ce support. Les fils de cathode servent donc à la fois de supports mécaniques et d'évacuateurs thermiques. La température de jonction maximale admissible est de 105°C. Les régimes à puissance ont été étudiés de façon que dans le plus mauvais cas, la tension directe V_F ne permette pas de dépasser cette valeur.

La résistance thermique broche-ambiance dans le cas le plus défavorable est de 400°C/W/segt lorsque les pistes du circuit imprimé ont leur largeur minimale. Lorsque le circuit imprimé permet d'atteindre une $R\theta_{PIN\text{-}A}$ inférieure à 400°C/W/segt, le courant moyen peut être nettement augmenté comme le montre la figure 2.

CARACTERISTIQUES OPTIQUES

Le diagramme de rayonnement des dispositifs est lambertien. La stérance lumineuse se calcule comme suit :

$$L_V (\text{cd/m}^2) = \frac{I_V (\text{cd})}{A (\text{m}^2)}$$

Surface/Segment (mm²)	Surface/Segment (pouce²)
14,9	0,0231

AMELIORATION DU CONTRASTE

Le renforcement du contraste a pour objectif d'améliorer la visibilité de l'afficheur. On peut utiliser à cet effet la technique du contraste lumineux qui consiste à faire se confondre le segment éteint et l'arrière plan, le segment allumé se détachant alors parfaitement. Des filtres sélectifs appropriés améliorent encore le contraste en réduisant les réflexions autour de l'afficheur tout en laissant passer la lumière émise par les segments. Ces filtres sont étudiés dans la note d'applications 1015.

Le contraste de chrominance peut améliorer encore la lisibilité de l'afficheur en augmentant la différence de couleur entre le segment et la zone qui l'entoure, c'est pourquoi, ces afficheurs sont gris avec segments non teintés. Un renforcement complémentaire du contraste peut être obtenu en utilisant le Light Control Film neutre de 3M (filtre à volet), ou un filtre neutre gris tel que le Panelgraphic Chromafilter Gray 10 ou équivalent.

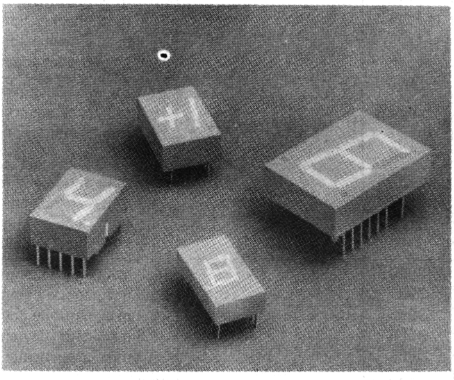
AFFICHEURS POUR FORT ÉCLAIRAGE AMBIANT

ROUGE HAUT RENDEMENT • SERIES HDSP-3530, -3730 -5530, -3900
JAUNE • SERIES HDSP-4030, -4130 -5730, -4200

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **TRES GRANDE LUMINOSITE**
  7 mcd par segment à 100 mA crête pour un rapport cyclique de 1/5
- **SUPPORTENT UN TRES FORT COURANT DE COMMANDE**
  Excellent pour le multiplexage de longues rangées de caractères
- **QUATRE DIMENSIONS DE CARACTERES**
  7,6 - 10,9 - 14,2 et 20,3 mm
- **CHOIX DE DEUX COULEURS**
  Rouge haut rendement
  Jaune
- **TRES BONNE LISIBILITE DES CARACTERES**
  Segment uniformement lumineux
  Grand angle de visibilité
  Boîtier gris pour un contraste maximal
- **CLASSEMENT PAR INTENSITE LUMINEUSE JAUNE CLASSE PAR LONGUEUR D'ONDE DOMINANTE**
  Assure l'homogénéité lumineuse des afficheurs
- **COMPATIBLES CIRCUITS INTEGRES**
- **ROBUSTES**



Description

Les afficheurs de ces séries comprennent des afficheurs de 7,6 - 10,9 - 14,2 et 20,3 mm de hauteur, rouges haut rendement et jaunes destinés à être utilisés sous fort éclairage ambiant. Les quatre tailles de caractères permettent une excellente lecture à 3 - 6 - 7 et 10 m. Ces afficheurs sept segments utilisent des jonctions de grande dimension. Les puces haut rendement sont en GaAsP sur substrat GaP transparent. La grande dimension des jonctions permet le passage du fort courant crête nécessaire pour fonctionner sous fort éclairage ambiant ou pour multiplexer plusieurs caractères.

Ces afficheurs sont contenus dans des boîtiers à brochage standard. Il existe dans chaque série un caractère de dépassement ± 1. Ils sont particulièrement bien adaptés à l'automobile, l'avionique, aux terminaux de point de vente et aux pompes à essence.

Références

Référence HDSP-	Couleur	Description	Schéma et Boîtier
3530	Rouge haut rendement	7,6 mm, anode commune, point décimal à gauche	A
3531		7,6 mm, anode commune, point décimal à droite	B
3533		7,6 mm, cathode commune, point décimal à droite	C
3536		7,6 mm, branchement universel, dépassement ± 1, point décimal à droite	D
4030	Jaune	7,6 mm, anode commune, point décimal à gauche	A
4031		7,6 mm, anode commune, point décimal à droite	B
4033		7,6 mm, cathode commune, point décimal à droite	C
4036		7,6 mm, branchement universel, dépassement ± 1, point décimal à droite	D

Note : Le branchement universel de ces indicateurs permet d'accéder individuellement à chaque pôle des DEL (voir schémas D et H)

Références

Référence HDSP-	Couleur	Description	Schéma et Boîtier
3730	Rouge haut rendement	10,9 mm, anode commune, point décimal à gauche	E
3731		10,9 mm, anode commune, point décimal à droite	F
3733		10,9 mm, cathode commune, point décimal à droite	G
3736		10,9 mm, branchement universel, dépassement ± 1, point décimal à droite	H
4130	Jaune	10,9 mm, anode commune, point décimal à gauche	E
4131		10,9 mm, anode commune, point décimal à droite	F
4133		10,9 mm, cathode commune, point décimal à droite	G
4136		10,9 mm, branchement universel, dépassement ± 1, point décimal à droite	H
5531	Rouge haut rendement	14,2 mm, anode commune, point décimal à droite	I
5533		14,2 mm, cathode commune, point décimal à droite	J
5537		14,2 mm, dépassement ± 1, anode commune	K
5538		14,2 mm, dépassement ± 1, cathode commune	L
5731	Jaune	14,2 mm, anode commune, point décimal à droite	I
5733		14,2 mm, cathode commune, point décimal à droite	J
5737		14,2 mm, dépassement ± 1, anode commune	K
5738		14,2 mm, dépassement ± 1, cathode commune	L
3900	Rouge haut rendement	20,3 mm, anode commune, point décimal à gauche	M
3901		20,3 mm, anode commune, point décimal à droite	N
3903		20,3 mm, cathode commune, point décimal à droite	O
3905		20,3 mm, cathode commune, point décimal à gauche	P
3906		20,3 mm, branchement universel, dépassement ± 1, point décimal à droite	Q
4200	Jaune	20,3 mm, anode commune, point décimal à gauche	M
4201		20,3 mm, anode commune, point décimal à droite	N
4203		20,3 mm, cathode commune, point décimal à droite	O
4205		20,3 mm, cathode commune, point décimal à gauche	P
4206		20,3 mm, branchement universel, dépassement ± 1, point décimal à droite	Q

Note : Le branchement universel de ces indicateurs permet d'accéder individuellement à chaque pôle des DEL (voir schéma interne Q)

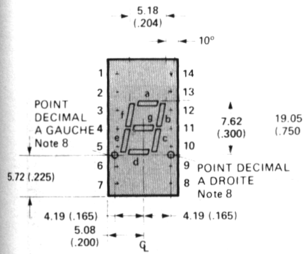
Valeurs limites absolues

Dissipation moyenne par segment ou point décimal ($T_A = 25°C$) . . . . . 105 mW
Courant direct crête par segment ou point décimal ($T_A = 25°C$) (1) . . . . . 135 mA
(largeur d'impulsion = 0,16 ms)
Courant continu direct par segment ou point décimal ($T_A = 25°C$) (2) . . . . . 40 mA
Température de fonctionnement . . . . . – 40°C à + 85°C
Température de stockage . . . . . – 40°C à + 85°C
Tension inverse par segment ou point décimal . . . . . 3 V
Température de soudage (à 1,6 mm du plan de base) . . . . . 260°C pendant 3 s

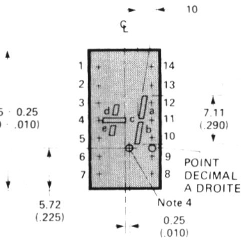
Notes :
1. Se reporter à la figure 1 pour établir les conditions de fonctionnement en impulsions
2. Réduire le courant de 0,5 mA/°C par segment au-dessus de 25°C (voir figure 2)

Dimensions

SERIES HDSP-3530, -4030



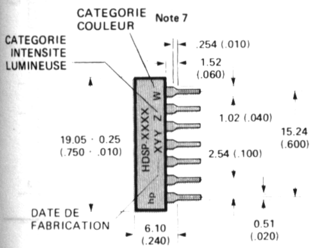
A,B,C



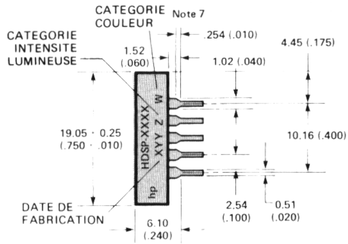
D

Broche	Fonction A -3530/-4030	B -3531/-4031	C -3533/-4033	D -3536/-4036
1	CATHODE-a	CATHODE-a		ANODE-d
2	CATHODE-f	CATHODE-f	CATHODE[6]	
3	ANODE[3]	ANODE[3]	ANODE-f	CATHODE-d
4			ANODE-g	CATHODE-c
5			ANODE-e	CATHODE-e
6	CATHODE-dp	NON CON [5]	ANODE-d	ANODE-e
7	CATHODE-e	CATHODE-e		ANODE-c
8	CATHODE-d	CATHODE-d		ANODE-dp
9	NON CON [5]	CATHODE-dp	CATHODE[6]	
10	CATHODE-c	CATHODE-c	ANODE-dp	CATHODE-dp
11	CATHODE-g	CATHODE-g	ANODE-c	CATHODE-b
12			ANODE-b	CATHODE-a
13	CATHODE-b	CATHODE-b	ANODE-a	ANODE-a
14	ANODE[3]	ANODE[3]		ANODE-b

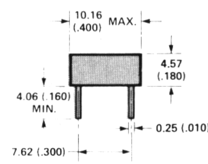
dp = point décimal



A,B,D



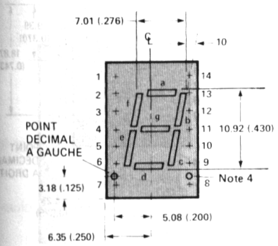
C



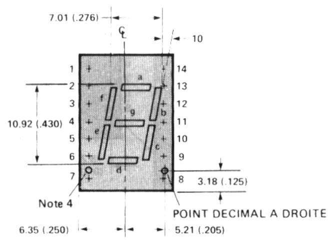
A,B,C,D

Dimensions

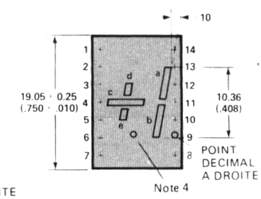
SERIES HDSP-3730, -4130



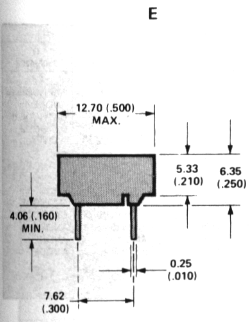
E

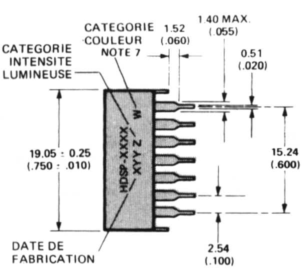


F,G



H



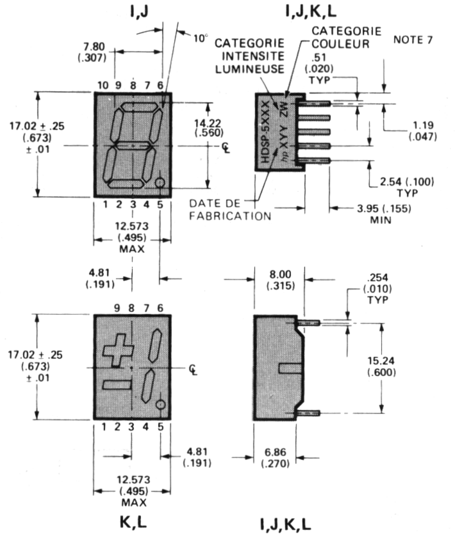


Broche	Fonction E -3730/-4130	F -3731/-4131	G -3733/-4133	H -3736/-4136
1	CATHODE-a	CATHODE-a	ANODE-a	CATHODE-d
2	CATHODE-f	CATHODE-f	ANODE-f	ANODE-d
3	ANODE[3]	ANODE[3]	CATHODE[6]	
4				CATHODE-c
5				CATHODE-e
6	CATHODE-dp	NON CON [5]	NON CON [5]	ANODE-e
7	CATHODE-e	CATHODE-e	ANODE-e	ANODE-c
8	CATHODE-d	CATHODE-d	ANODE-d	ANODE-dp
9	NON CON [5]	CATHODE-dp	ANODE-dp	CATHODE-dp
10	CATHODE-c	CATHODE-c	ANODE-c	CATHODE-b
11	CATHODE-g	CATHODE-g	ANODE-g	CATHODE-a
12				
13	CATHODE-b	CATHODE-b	ANODE-b	ANODE-a
14	ANODE[3]	ANODE[3]	CATHODE[6]	ANODE-b

dp = point décimal

Dimensions

SERIES HDSP-5530, -5730

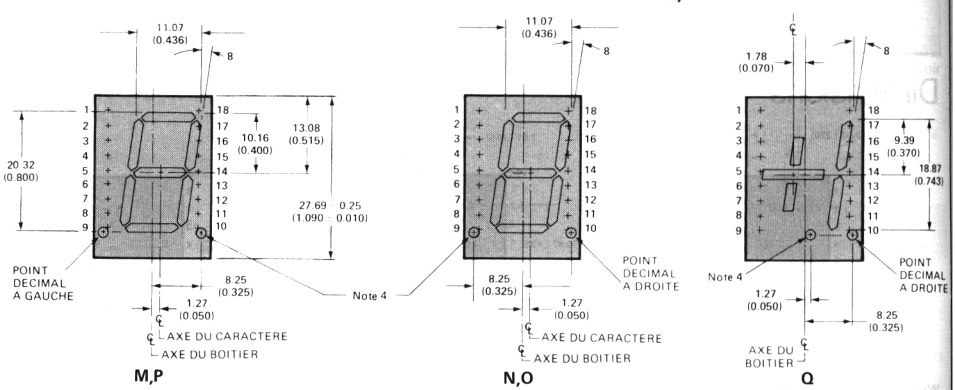


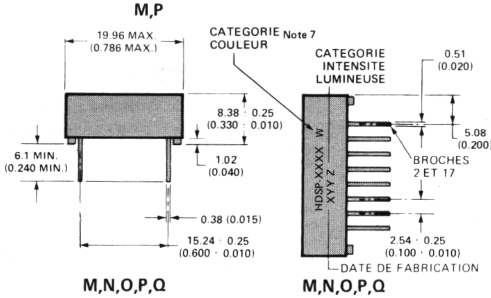
Broche	Fonction I	J	K	L
1	CATHODE e	ANODE e	CATHODE c	ANODE c
2	CATHODE d	ANODE d	ANODE c, d	CATHODE c, d
3	ANODE[3]	CATHODE[6]	CATHODE b	ANODE b
4	CATHODE c	ANODE c	ANODE a, b, DP	CATHODE a, b, DP
5	CATHODE DP	ANODE DP	CATHODE DP	ANODE DP
6	CATHODE b	ANODE b	CATHODE a	ANODE a
7	CATHODE a	ANODE a	ANODE a, b, DP	CATHODE a, b, DP
8	ANODE[3]	CATHODE[6]	ANODE c, d	CATHODE c, d
9	CATHODE f	ANODE f	CATHODE d	ANODE d
10	CATHODE g	ANODE g	(5)	(5)

DP = point décimal

Dimensions

SERIES HDSP-3900, -4200



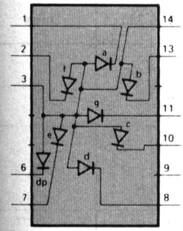


Broche	Fonction M 3900/4200	N 3901/4201	O 3903/4303	P 3905/4205	Q 3906/4206
1					
2	CATHODE a	CATHODE a	ANODE a	ANODE a	CATHODE a
3	CATHODE f	CATHODE f	ANODE f	ANODE f	ANODE d
4	ANODE[3]	ANODE[3]	CATHODE[6]	CATHODE[6]	CATHODE d
5	CATHODE e	CATHODE e	ANODE e	ANODE e	CATHODE c
6	ANODE[3]	ANODE[3]	CATHODE[6]	CATHODE[6]	CATHODE e
7	CATHODE dp	NON CON.	NON CON.	ANODE dp	ANODE e
8					CATHODE dp
9					
10		CATHODE dp	ANODE dp		ANODE dp
11	CATHODE d	CATHODE d	ANODE d	ANODE d	CATHODE dp
12	ANODE[3]	ANODE[3]	CATHODE[6]	CATHODE[6]	CATHODE b
13	CATHODE c	CATHODE c	ANODE c	ANODE c	ANODE b
14	CATHODE g	CATHODE g	ANODE g	ANODE g	ANODE c
15	CATHODE b	CATHODE b	ANODE b	ANODE b	ANODE a
16					
17	ANODE[3]	ANODE[3]	CATHODE[6]	CATHODE[6]	CATHODE a
18					

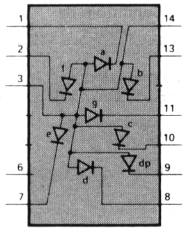
dp = point décimal

Notes :
1. Dimensions en mm et (pouces)
2. Dimensions nominales (sans tolérance)
3. Double sortie anode
4. Point décimal non utilisé
5. Voir schéma câblage interne
6. Double sortie cathode
7. Série HDSP-4030, -4130, -5730, -4200 exclusivement
8. Se reporter au tableau des références pour ce qui concerne l'emplacement du point décimal

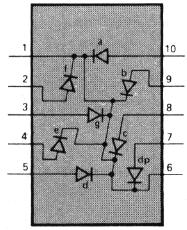
Schémas de câblage interne SERIES HDSP-3530, -4030



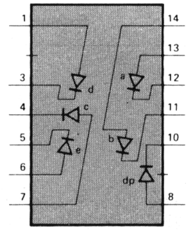
A



B

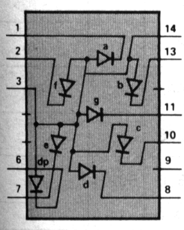


C

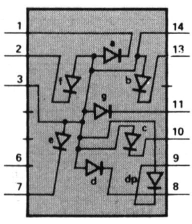


D

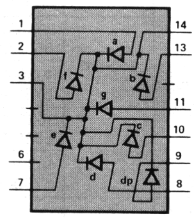
Schémas de câblage interne SERIES HDSP-3730, -4130



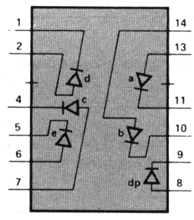
E



F

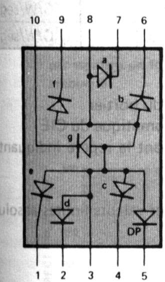


G

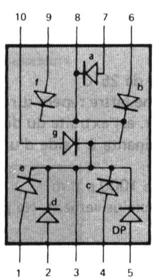


H

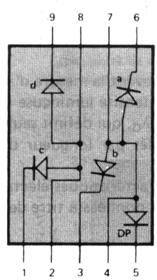
Schémas de câblage interne SERIES HDSP-5530, -5730



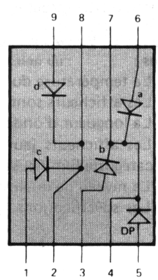
I



J

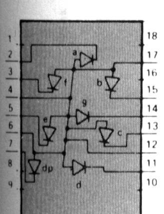


K

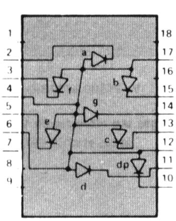


L

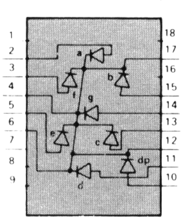
Schémas de câblage interne SERIES HDSP-3900, -4200



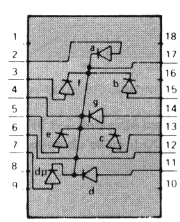
M



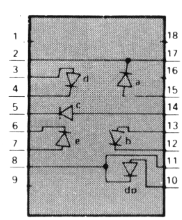
N



O



P



Q

dp = point décimal

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25^\circ C$

Paramètre	Symbole	Référence HDSP-	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment (9, 10) (moyenne par chiffre)	I_V	3530 3730 5530 3900	100 mA crête rapport cyclique 1/5	1500 1500 2200 2200	4500 5000 7000 7000		µcd
		3530 3730 5530 3900	20 mA CC		3100 3500 4800 4800		µcd
		4030 4130 5730 4200	100 mA crête rapport cyclique 1/5	1500 1500 2200 2200	4500 5000 7000 7000		µcd
		4030 4130 5730 4200	20 mA CC		2200 2500 3400 3400		µcd
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}	3530/3730/ 5530/3900			635		nm
		4030/4130/ 5730/4200			583		nm
Longueur d'onde dominante (11, 12) (moyenne par chiffre)	λ_d	3530/3730/ 5530/3900			626		
		4030/4130/ 5730/4200		581,5	586	592,5	nm
Tension directe par segt ou pd (13)	V_F	Toutes références	I_F = 100 mA		2,6	3,5	V
Courant inverse/segt ou pd (13,14)	V_R		I_R = 100 µA	3	25		V
Coefficient de température de V_F par segment ou point décimal	$\Delta V_F/^\circ C$		I_F = 100 mA		−1,1		mV/°C
Résistance thermique jonction DEL-broche	$R\theta_{JB}$	3530/4030/ 3703/4130			282		°C/W/seg
		5530/5730			345		°C/W/seg
		3900/4200			375		°C/W/seg

Notes :

9. La température du boîtier juste avant la mesure d'intensité est de 25°C
10. Les afficheurs sont classés par intensité lumineuse à l'aide d'une lettre repère sur le côté droit du boîtier
11. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE
12. Les afficheurs jaunes sont classés par longueur d'onde dominante à l'aide d'un chiffre suivant le repère indiquant la catégorie lumineuse
13. Le niveau de qualité pour les caractéristiques électriques est de 1000 p.p.m.
14. Les spécifications typiques sont données à titre de référence exclusivement. Ne pas dépasser les valeurs limites absolues.

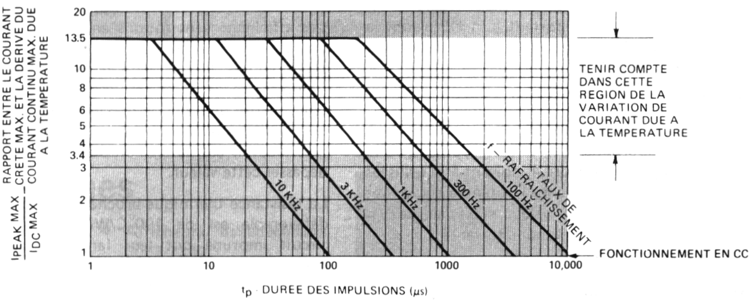


FIGURE 1 — Courant crête maximal admissible en fonction de la durée des impulsions

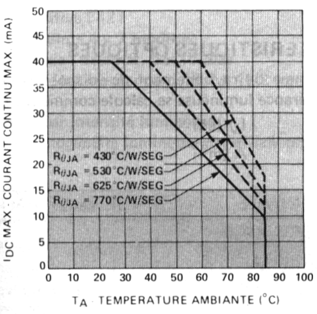


FIGURE 2 — Courant continu max. admissible par segment en fonction de la température ambiante

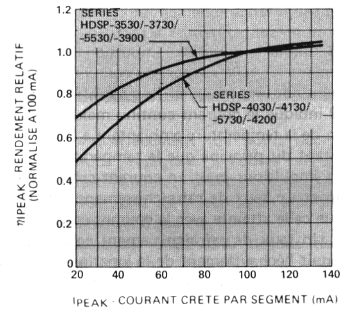


FIGURE 3 — Rendement lumineux relatif (par unité de courant) en fonction du courant crête par segment

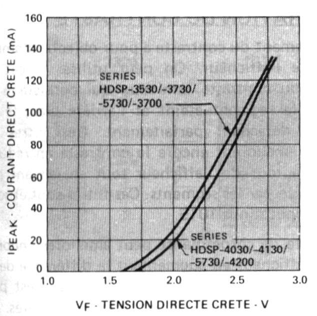


FIGURE 4 — Courant direct crête par segment en fonction de la tension directe crête

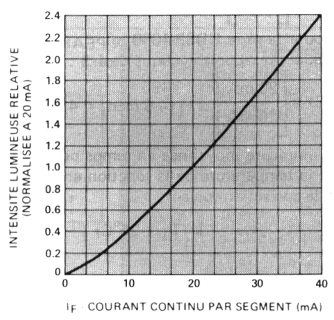


FIGURE 5 — Intensité lumineuse relative en fonction du courant CC direct

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Les afficheurs de ces séries comportent huit DEL dont le faisceau lumineux est dilaté optiquement pour former les sept segments de chaque chiffre et le point décimal.

Les DEL sont en GaAsP sur substrat GaP transparent.

Les afficheurs sont conçus pour fonctionner en multiplex à des courants crête importants. Les valeurs typiques de la tension directe, relevées sur la figure 4, doivent être utilisées pour calculer la valeur de la résistance limitant le courant et la puissance dissipée typique. La valeur maximale de V_F peut être calculée en utilisant la méthode suivante :

$$V_F\ MAX = 2{,}15\ V + I_{PEAK}\ (13{,}5\ \Omega)$$
pour $I_F \geqslant 30$ mA

$$V_F\ MAX = 1{,}9\ V + I_{DC}\ (21{,}8\ \Omega)$$
pour $10\ mA \leqslant I_F \leqslant 30$ mA

Les conditions de fonctionnement en multiplex par rapport à la température, sont obtenues à partir des figures 1 et 2. La figure 1 donne la durée de l'impulsion (t_p), le taux de rafraîchissement (f) et le rapport du courant crête maximal sur le courant continu maximal ($I_{PEAK}\ MAX/I_{DC}\ MAX$). La figure 2 indique le courant continu maximal admissible en fonction de la température ambiante. La figure 1 est établie en partant du principe que la température crête de la jonction en impulsions pour un courant crête, une largeur d'impulsion et un taux de rafraîchissement déterminés est la même que celle atteinte avec le courant continu maximal admissible. Un taux de rafraîchissement égal ou supérieur à 1 kHz réduit l'échauffement de la jonction en impulsion, permettant ainsi d'atteindre l'intensité lumineuse moyennée en temps maximale qui se calcule en utilisant la caractéristique de rendement relatif de la figure 3 et le courant direct moyen. L'intensité lumineuse moyennée en temps, I_V (à 25°C), la température du boîtier étant de 25°C, se calcule comme suit :

$$I_V\ (25°C) = \left[\frac{I_{AVG}}{20\ mA}\right] [\eta I_{PEAK}]\ [I_V\ SPECIFICATIONS]$$

Exemple : pour la série HDSP-4030, $\eta I_{PEAK} = 1$ à $I_{PEAK} = 100$ mA pour un rapport cyclique de 1/5 :

$$I_V\ (25°C) = \left[\frac{20\ mA}{20\ mA}\right] [1]\ [4{,}5\ mcd] = 4{,}5\ mcd/segt$$

L'intensité lumineuse moyennée en temps peut s'ajuster en fonction de la température de la jonction en appliquant le coefficient de correction suivant :

$$I_V\ (T_J) = I_V\ (25°C)\ e^{[\,k\,(T_J + 25°C)\,]}$$
où $T_J = T_A + P_D \cdot R\theta_{J-A}$

Référence	k
-3530/-3730/-5530/-3900	– 0,0131/°C
-4030/-4130/-5730/-4200	– 0,0112/°C

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Les afficheurs sont fournis en boîtier métallique à sorties dual-in-line, les DEL étant directement fixées sur ce support. Les fils de cathode servent donc à la fois de supports mécaniques et d'évacuateurs thermiques. La température de jonction maximale admissible est de 105°C. Les régimes à puissance ont été étudiés de façon que dans le plus mauvais cas, la tension directe V_F ne permette pas de dépasser cette valeur.

La résistance thermique broche-ambiance dans le cas le plus défavorable est de 400°C/W/segt lorsque les pistes du circuit imprimé ont leur largeur minimale. Lorsque le circuit imprimé permet d'atteindre une $R\theta_{B-A}$ inférieure à 400°C/W/segt, le courant moyen peut être nettement augmenté comme le montre la figure 2.

CARACTERISTIQUES OPTIQUES

Le diagramme de rayonnement des dispositifs est lambertien. La stérance lumineuse se calcule comme suit :

$$L_V\ (cd/m^2) = \frac{I_V\ (cd)}{A\ (m^2)}$$

Référence	Surface/Segment (mm²)
-3530/-4030	2,5
-3730/-4130	4,4
-5530/-5730	8,8
-3900/-4200	14,9

AMELIORATION DU CONTRASTE

Le renforcement du contraste a pour objectif d'améliorer la visibilité de l'afficheur. On peut utiliser à cet effet la technique du contraste lumineux qui consiste à faire se confondre le segment éteint et l'arrière plan, le segment allumé se détachant parfaitement. Des filtres sélectifs appropriés améliorent encore le contraste en réduisant les réflexions autour de l'afficheur tout en laissant passer la lumière émise par les segments. Ces filtres sont étudiés dans la note d'applications 1015.

Le contraste de chrominance peut améliorer encore la lisibilité de l'afficheur en augmentant la différence de couleur entre le segment et la zone qui l'entoure; c'est pourquoi ces afficheurs sont gris avec segments non teintés. Un renforcement complémentaire du contraste peut être obtenu en utilisant le Light Control Film neutre de 3M (filtre à volet), ou un filtre neutre gris tel que le Panelgraphic Chromafilter Gray 10 ou équivalent.

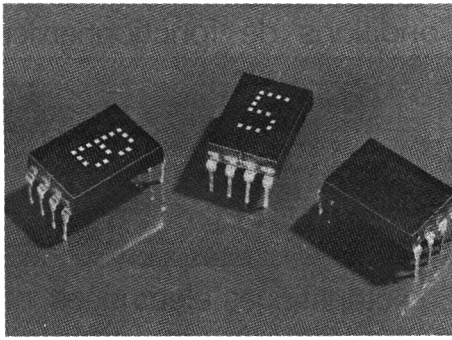
AFFICHEURS NUMÉRIQUES ET HEXADÉCIMAUX

SERIE 5082-7300, -7302, -7304, -7340

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **Afficheurs numériques 5082-7300/-7302**
  - **0 à 9, vérification, signe moins, effacement**
  - **point décimal**
    - **7300 p.d. à droite**
    - **7302 p.d. à gauche**
- **Afficheurs hexadécimaux 5082-7340**
  - **0 à 9, A à F, base 16**
  - **commande d'effacement sans perte de la mémoire**
  - **pas de point décimal**
- **Compatible DTL, TTL**
- **Décodeur/Circuit de commande avec mémoire de 5 bits**
  - **logique positive 8421**
- **Matrice de points 4 x 7 modifiée**
  - **caractères bien dessinés, très lisibles**
- **Boîtier Dual-In-Line standard 15,2 x 10,2 mm avec filtre de contraste**
- **Classement par intensité lumineuse**
  - **assure l'homogénéité lumineuse des afficheurs**



Description

Les afficheurs numériques et hexadécimaux à semi-conducteurs de la série HP 5082-7300 avec décodeur/circuit de commande et mémoire intégrée offrent une méthode efficace et économique pour afficher des informations numériques.

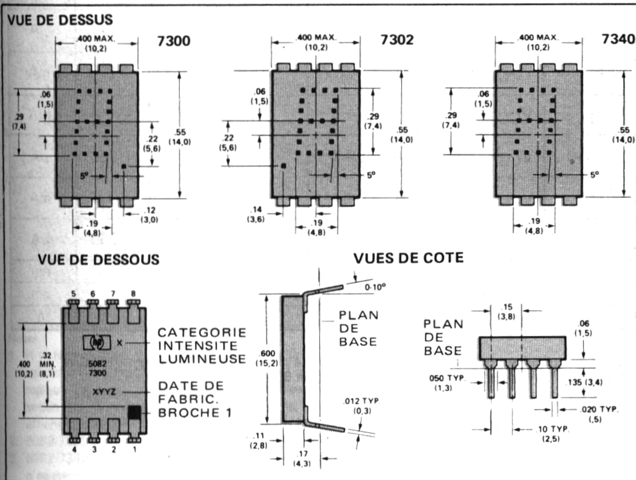
L'afficheur 5082-7300 décode des entrées logiques positives DCB 8421 pour fournir les caractères 0 à 9, un signe —, un signal de contrôle et quatre signaux d'effacement dans les états binaires d'effacement. Le point décimal est à droite. Applications typiques : caisses enregistreuses, instrumentation, ordinateurs et microprocesseurs.

Les afficheurs 5082-7302 sont identiques aux 5082-7300, mais le point décimal est à gauche.

L'afficheur hexadécimal 5082-7340 décode des entrées positives 8421 pour fournir 16 états 0-9 et A-F. Le point décimal est remplacé par un signal d'effacement (toutes les DEL éteintes) sans perdre le contenu de la mémoire. Applications typiques : terminaux et tous les systèmes utilisant l'affichage en base 16.

L'afficheur 5082-7304 est un caractère de dépassement (± 1) avec point décimal. Application typique : instrumentation.

Dimensions



Broche	Fonction 5082-7300 et -7302 numérique	Fonction 5082-7340 hexadécimal
1	Entrée 2	Entrée 2
2	Entrée 4	Entrée 4
3	Entrée 8	Entrée 8
4	Point décimal	Commande d'effacement
5	Validation stockage	Validation stockage
6	Masse	Masse
7	V_{CC}	V_{CC}
8	Entrée 1	Entrée 1

Notes :

1. Dimensions en pouces et (mm).
2. Sauf mention contraire, toutes tolérances ± 0.015" (± 0,38 mm).
3. Axe vertical du chiffre décentré de ± 0.02" (± 0,51 mm).

Valeurs limites absolues

Description	Symbole	Min.	Max.	Unité
Température ambiante de stockage	T_S	– 40	+ 100	°C
Température de fonctionnement du boîtier (1, 2)	T_C	– 20	+ 85	°C
Tension d'alimentation (3)	V_{CC}	– 0,5	+ 7	V
Tension appliquée aux broches entrée logique, point décimal et validation	V_I, V_{DP}, V_E	– 0,5	+ 7	V
Tension appliquée à l'entrée effacement (7)	V_B	– 0,5	V_{CC}	V
Température maximale de soudage à 1,6 mm du plan de base, t ≤ 5 s			230	°C

Conditions de fonctionnement recommandées

Description	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité
Tension alimentation	V_{CC}	4,5	5	5,5	V
Température de fonctionnement du boîtier	T_C	– 20		+ 85	°C
Largeur de l'impulsion de validation	t_W	120			ns
Temps de maintien des données avant une transition positive de la ligne de validation	t_{SETUP}	50			ns
Temps de maintien des données après une transition positive de la ligne de validation	t_{HOLD}	50			ns
Temps de montée de l'impulsion de validation	T_{TLH}			200	ns

Caractéristiques électriques et optiques

(T_C = – 20° C à + 85° C, sauf spécifications contraires)

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ. (4)	Max.	Unité
Courant alimentation	I_{CC}	V_{CC} = 5,5 V (chiffre 5 et point décimal éclairés)		112	170	mA
Puissance dissipée	P_T			560	935	mW
Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre) (5, 6)	I_V	V_{CC} = 5 V, T_C = 25° C	32	70		µcd
Tension d'entrée logique niveau bas	V_{IL}	V_{CC} = 4,5 V			0,8	V
Tension d'entrée logique niveau haut	V_{IH}		2			V
Tension d'entrée validation niveau bas - données introduites	V_{EL}				0,8	V
Tension d'entrée validation niveau haut - données non introduites	V_{EH}		2			V
Tension d'effacement niveau bas - afficheur éclairé (7)	V_{BL}				0,8	V
Tension d'effacement niveau haut - afficheur éteint (7)	V_{BH}		3,5			V
Courant d'entrée d'effacement niveau bas (7)	I_{BL}	V_{CC} = 5,5 V, V_{BL} = 0,8 V			20	µA
Courant d'entrée d'effacement niveau haut (7)	I_{BH}	V_{CC} = 5,5 V, V_{BH} = 4,5 V			2	mA
Courant d'entrée logique niveau bas	I_{IL}	V_{CC} = 5,5 V, V_{IL} = 0,4 V			– 1,6	mA
Courant d'entrée logique niveau haut	I_{IH}	V_{CC} = 5,5 V, V_{IH} = 2,4 V			+ 250	µA
Courant d'entrée validation niveau bas	I_{EL}	V_{CC} = 5,5 V, V_{EL} = 0,4 V			– 1,6	mA
Courant d'entrée validation niveau haut	I_{EH}	V_{CC} = 5,5 V, V_{EH} = 2,4 V			+ 250	µA
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}	T_C = 25° C		655		nm
Longueur d'onde dominante (8)	λ_d	T_C = 25° C		640		nm
Poids				0,8		g

Notes :
1. Résistance thermique nominale d'un afficheur monté sur support soudé sur circuit imprimé : Θ_{JA} = 50° C/W, Θ_{JC} = 15° C/W
2. Θ_{CA} d'un afficheur monté ne doit pas dépasser 35° C/W pour pouvoir fonctionner jusqu'à 85° C
3. Tension mesurée par rapport à la borne masse 6
4. Toutes valeurs typiques pour V_{CC} = 5 V et T_C = 25°C
5. Ces afficheurs sont classés par catégorie lumineuse repérée par une lettre située à proximité du sigle HP
6. L'intensité lumineuse a une température du boîtier spécifique I_V (T_C), peut être calculée en utilisant la formule :
$$I_V (T_C) = I_V (25° C)\, e^{[-0{,}0188/°C\,(T_C - 25° C)]}$$
7. Ne concerne que le -7340
8. La longueur d'onde dominante λ_d, extraite du diagramme chromatique du CIE, définit seule la couleur

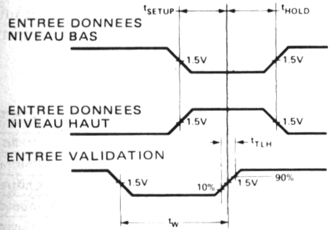


FIGURE 1 – Diagramme des temps logiques 5082-7300

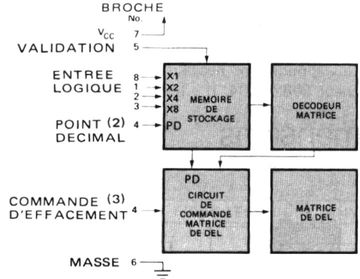


FIGURE 2 – Synoptique logique des 5082-7300

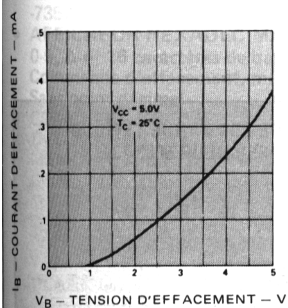


FIGURE 3 – Courant de commande d'effacement typique en fonction de la tension (Série 5082-7340)

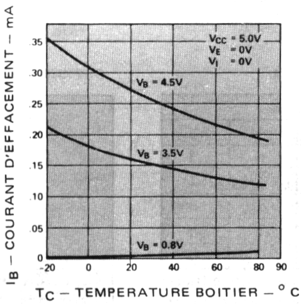


FIGURE 4 – Courant de commande d'effacement typique en fonction de la température (Série 5082-7340)

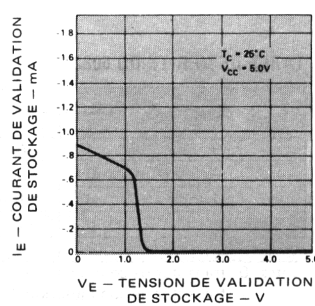


FIGURE 5 – Courant de validation de stockage typique en fonction de la tension (Série 5082-7300)

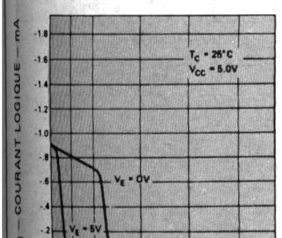


FIGURE 6 – Courant logique et point décimal typique en fonction de la tension (Série 5082-7300 et -7302)

Notes :
1. H = Niveau haut; L = Niveau bas. Avec le signal de validation à l'état haut, un changement de niveau logique DCB ou point décimal à l'entrée est sans action sur la mémoire d'affichage, sur le caractère affiché ou le point décimal.
2. 5082-7300 et -7302 uniquement
3. 5082-7340 uniquement. Les données d'effacement n'agissent pas sur la mémoire d'affichage.

TABLE DE VERITE

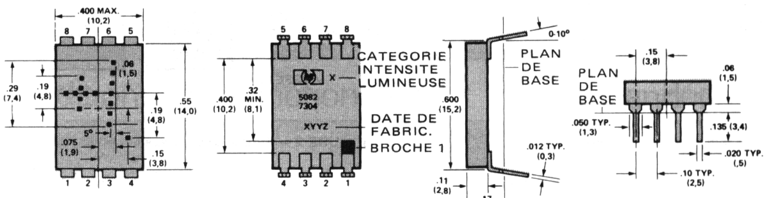
DONNEES DCB (1)				NUMERIQUE	HEXA-DECIMAL
X_8	X_4	X_2	X_1		
L	L	L	L	0	0
L	L	L	H	1	1
L	L	H	L	2	2
L	L	H	H	3	3
L	H	L	L	4	4
L	H	L	H	5	5
L	H	H	L	6	6
L	H	H	H	7	7
H	L	L	L	8	8
H	L	L	H	9	9
H	L	H	L	[illegible]	A
H	L	H	H	EFFACEMENT	B
H	H	L	L	EFFACEMENT	C
H	H	L	H	-	D
H	H	H	L	EFFACEMENT	E
H	H	H	H	EFFACEMENT	F
POINT DECIMAL (2)				ECLAIRE	V_{DP} = L
				NON ECLAIRE	V_{DP} = H
VALIDATION (1)				CHARGEMENT DONNEES	V_E = L
				STOCKAGE DONNEES	V_E = H
EFFACEMENT (3)				AFFICHEUR ECLAIRE	V_B = L
				AFFICHEUR ETEINT	V_B = H

Caractère de dépassement

Pour les applications nécessitant l'affichage des signes plus ou moins, du chiffre 1 et du point décimal, on peut utiliser l'afficheur 5082-7304. Il a les mêmes dimensions que les afficheurs de la série 5082-7300 avec lesquels il est compatible.

Dimensions

VUE DE DESSUS — **VUE DE DESSOUS** — **VUES DE COTE**



Broche	Fonction
1	Plus
2	Chiffre 1
3	Chiffre 1
4	Point décimal
5	Ouvert
6	Ouvert
7	V_{CC}
8	Moins/Plus

Notes : 1. Dimensions en pouces et (mm)
2. Sauf mention contraire, toutes les dimensions ont une tolérance de ± 0,015 pouces (± 0,38 mm)

5082-7304

TABLE DE VERITE DU 5082-7304

Signe	Broche			
	1	2,3	4	8
+	1	d	d	1
−	0	d	d	1
1	d	1	d	d
Point décimal	d	d	1	d
Blanc	0	0	0	0

Notes : 0 : transistor de commutation de ligne bloqué (fig.7).
1 : transistor de commutation de ligne saturé (fig.7).
d : état transistor indifférent.

VALEURS LIMITES ABSOLUES

Description	Symbole	Min.	Max.	Unité
Temp. stock. ambiante	T_S	− 40	+ 100	°C
Temp. fonct. boîtier	T_C	− 20	+ 85	°C
Courant direct par DEL	I_F		10	mA
Tension inverse par DEL	V_R		4	V

CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT RECOMMANDEES

Description	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité
Tension d'alimentation DEL	V_{CC}	4,5	5	5,5	V
Courant direct par DEL	I_F		5	10	mA

Notes : Le courant de DEL doit être limité extérieurement. Se reporter à la figure 7 pour les valeurs de résistance recommandées.

CIRCUIT DE COMMANDE TYPIQUE POUR AFFICHEUR 5082-7304

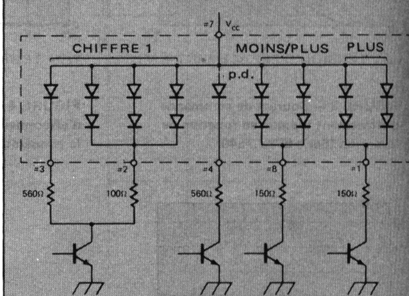


FIGURE 7

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES/OPTIQUES (T_C = − 20° C à + 85° C, sauf spécifications contraires)

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Tension directe par DEL	V_F	I_F = 10 mA		1,6	2	V
Puissance dissipée	P_T	I_F = 10 mA toutes diodes éclairées		250	320	mW
Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre)	I_ν	I_F = 6 mA, T_C = 25° C	32	70		µcd
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}	T_C = 25° C		655		nm
Longueur d'onde dominante	λ_d	T_C = 25° C		640		nm
Poids				0,8		g

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

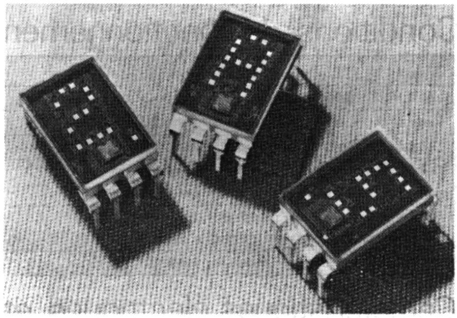
AFFICHEURS NUMÉRIQUES ET HEXADÉCIMAUX POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES

5082-7356, -7357, -7358, -7359

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **BOITIER VERRE/CERAMIQUE**
- **FIABILITE ACCRUE**
- **AFFICHEURS NUMERIQUES 5082-7356/-7357**
  0-9, signal de contrôle, signe —, signal d'effacement, point décimal
  -7356 point décimal à droite
  -7357 point décimal à gauche
- **AFFICHEUR HEXADECIMAL 5082-7359**
  0-9, A-F, 16 caractères de base
  Commande d'effacement, mémoire conservée
  Sans point décimal
- **COMPATIBLES TTL**
- **DECODEUR/CIRCUIT DE COMMANDE ET MEMOIRE A 5 BITS INTEGREES**
  Entrée logique positive 8421 et point décimal
- **MATRICE 4x7 POINTS**
  Caractères bien dessinés, très lisibles
- **BOITIERS STANDARD DIL**
  15,2x10,2 mm
- **CLASSEMENT PAR CATEGORIE LUMINEUSE**
  Assure l'homogénéité lumineuse des afficheurs



L'afficheur numérique 5082-7356 décode les entrées positives DCB 8421 pour fournir les chiffres 0 à 9, un signe —, un signal de contrôle et quatre signaux d'effacement dans les états binaires d'invalidation. Le point décimal est à droite. Applications typiques : systèmes de contrôle, instrumentation, télécommunications, matériels de transport.

L'afficheur 5082-7357 est identique au 5082-7356 mais le point décimal est à gauche.

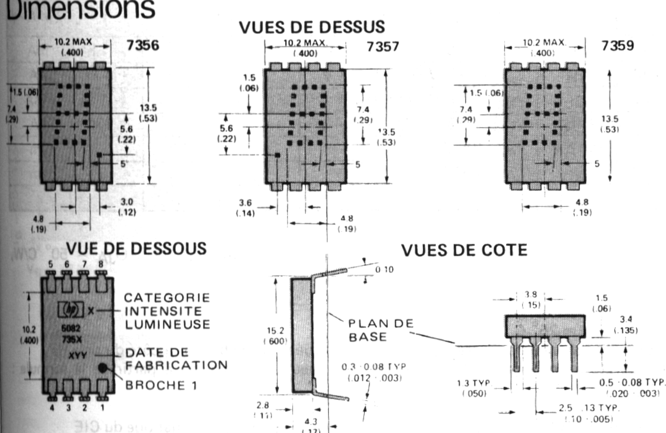
L'afficheur hexadécimal 5082-7359 décode les entrées positives 8421 pour fournir 16 états 0 à 9 et A à F. Le point décimal est remplacé par un signal d'effacement (toutes DEL éteintes) sans perdre le contenu de la mémoire. Applications typiques : terminaux et systèmes utilisant l'affichage à base de 16 caractères.

L'afficheur 5082-7358 est un caractère de dépassement avec point décimal (± 1).

Description

Les afficheurs numériques et hexadécimaux de la série HP 5082-7350 possèdent un décodeur/circuit de commande et une mémoire intégrée. Ces afficheurs de 7,4 mm sont destinés aux applications industrielles dans un environnement difficile.

Dimensions



Broches	Fonction 5082-7356 et -7357 Numériques	Fonction 5082-7359 Hexadécimal
1	Entrée 2	Entrée 2
2	Entrée 4	Entrée 4
3	Entrée 8	Entrée 8
4	Point décimal	Commande effacement
5	Validation stockage	Validation stockage
6	Masse	Masse
7	V_{CC}	V_{CC}
8	Entrée 1	Entrée 1

Notes :

1. Dimensions en mm et (pouces)
2. Sauf mentions contraires, toutes tolérances : ±0,38 mm (± 0,15")
3. Axe vertical des chiffres décentré de ± 0,25 mm (±0,01")

Valeurs limites absolues

Description	Symbole	Min.	Max.	Unité
Température de stockage ambiante	T_S	– 65	+ 125	°C
Température ambiante de fonctionnement (1, 2)	T_A	– 55	+ 100	°C
Tension d'alimentation (3)	V_{CC}	– 0,5	+ 7	V
Tension appliquée aux broches logiques, point décimal et validation	V_I, V_{DP}, V_E	– 0,5	+ 7	V
Tension de commande d'effacement (7)	V_B	– 0,5	V_{CC}	V
Température maximale de soudage à 1,6 mm du plan de base, $t \leqslant 5$ s			260	°C

Conditions de fonctionnement recommandées

Description	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,5	5	5,5	V
Température ambiante de fonctionnement	T_A	– 20		+ 70	°C
Largeur de l'impulsion de validation	t_W	100			ns
Temps de maintien minimal des données avant une transition positive sur la ligne de validation	t_{SETUP}	50			ns
Temps de maintien minimal des données après une transition positive sur la ligne de validation	t_{HOLD}	50			ns
Temps de montée de l'impulsion de validation	t_{TLH}			200	ns

Caractéristiques électriques et optiques

(T_A = – 20°C à + 70°C, sauf spécifications contraires)

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ. (4)	Max.	Unité
Courant d'alimentation	I_{CC}	V_{CC} = 5,5 V (chiffre 5 et point décimal éclairés)		112	170	mA
Puissance dissipée	P_T			560	935	mW
Intensité lumineuse par DEL (moyenne par caractère) (5, 6)	I_V	V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C	40	85		µcd
Tension logique d'entrée niveau bas	V_{IL}	V_{CC} = 4,5 V			0,8	V
Tension logique d'entrée niveau haut	V_{IH}		2			V
Tension de validation état bas - Données introduites	V_{EL}				0,8	V
Tension de validation état haut - Données non introduites	V_{EH}		2			V
Tension d'effacement état bas - Affichage apparent (7)	V_{BL}				0,8	V
Tension d'effacement état haut - Affichage effacé (7)	V_{BH}		3,5			V
Courant d'entrée d'effacement niveau bas (7)	I_{BL}	V_{CC} = 5,5 V, V_{BL} = 0,8 V			50	µA
Courant d'entrée d'effacement niveau haut (7)	I_{BH}	V_{CC} = 5,5 V, V_{BH} = 4,5 V			1	mA
Courant d'entrée logique niveau bas	I_{IL}	V_{CC} = 5,5 V, V_{IL} = 0,4 V			– 1,6	mA
Courant d'entrée logique niveau haut	I_{IH}	V_{CC} = 5,5 V, V_{IH} = 2,4 V			+ 100	µA
Courant d'entrée validation niveau bas	I_{EL}	V_{CC} = 5,5 V, V_{EL} = 0,4 V			– 1,6	mA
Courant d'entrée validation niveau haut	I_{EH}	V_{CC} = 5,5 V, V_{EH} = 2,4 V			+ 130	µA
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}	T_A = 25° C		655		nm
Longueur d'onde dominante (8)	λ_d	T_A = 25° C		640		nm
Poids				1		g

Notes :

1. Résistance thermique nominale d'un afficheur monté sur support soudé sur circuit imprimé : Θ_{JA} = 50° C/W, Θ_{JC} = 15° C/W
2. $\Theta_{CA} \leqslant 35°$ C/W pour un afficheur fonctionnant jusqu'à T_A = + 100° C
3. Valeurs des tensions par rapport à la masse, broche 6
4. Toutes valeurs typiques à V_{CC} = 5 V, T_A = 25° C
5. Les afficheurs sont classés par catégories lumineuses repérées par une lettre située sous le boîtier à côté du sigle HP
6. L'intensité lumineuse à une température ambiante déterminée I_V (T_A) peut être calculée à partir de la formule : $I_V(T_A) = I_V(25°\,C)\,(0{,}985)^{[T_A - 25°\,C]}$
7. Ne concerne que le 5082-7359
8. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE

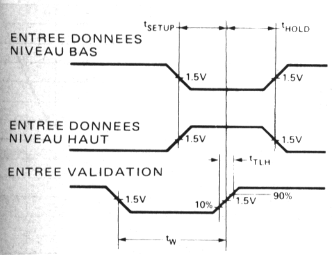


FIGURE 1 – Diagramme des temps logiques 5082-7350

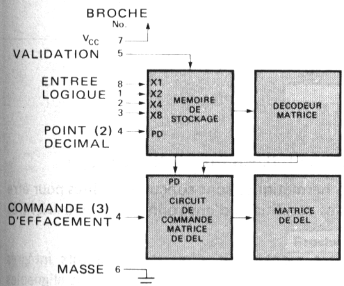


FIGURE 2 – Synoptique logique des 5082-7350

TABLE DE VERITE					
DONNEES DCB (1)				5082-7356/7357	5082-7359
X_8	X_4	X_2	X_1		
L	L	L	L	0	0
L	L	L	H	1	1
L	L	H	L	2	2
L	L	H	H	3	3
L	H	L	L	4	4
L	H	L	H	5	5
L	H	H	L	6	6
L	H	H	H	7	7
H	L	L	L	8	8
H	L	L	H	9	9
H	L	H	L	[illegible]	A
H	L	H	H	EFFACEMENT	B
H	H	L	L	EFFACEMENT	C
H	H	L	H	-	D
H	H	H	L	EFFACEMENT	E
H	H	H	H	EFFACEMENT	F
POINT DECIMAL (2)		ECLAIRE		V_{DP} = L	
		NON ECLAIRE		V_{DP} = H	
VALIDATION (1)		CHARGEMENT DONNEES		V_E = L	
		STOCKAGE DONNEES		V_E = H	
EFFACEMENT (3)		AFFICHEUR ECLAIRE		V_B = L	
		AFFICHEUR ETEINT		V_B = H	

Notes :

1. H = Niveau haut; L = Niveau bas. Avec le signal de validation à l'état haut, un changement de niveau logique DCB ou point décimal à l'entrée est sans action sur la mémoire d'affichage, sur le caractère affiché ou le point décimal.
2. 5082-7356 et -7357 uniquement
3. 5082-7359 uniquement. Les données d'effacement n'agissent pas sur la mémoire d'affichage.

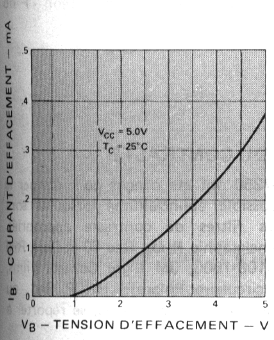


FIGURE 3 – Courant de commande d'effacement typique en fonction de la tension (5082-7359)

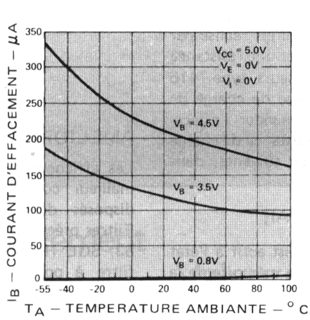


FIGURE 4 – Courant de commande d'effacement typique en fonction de la température ambiante (5082-7359)

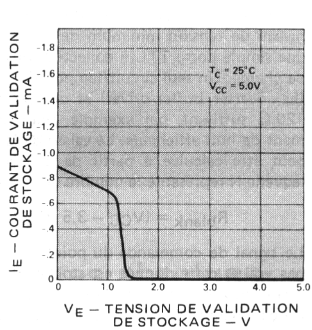


FIGURE 5 – Courant de validation de stockage typique en fonction de la tension

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

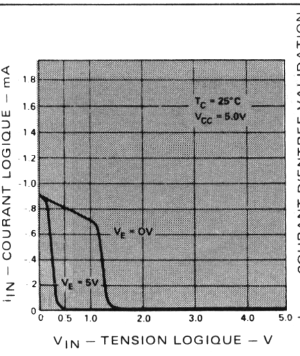


FIGURE 6 – Courant d'entrée typique logique et point décimal en fonction de la tension

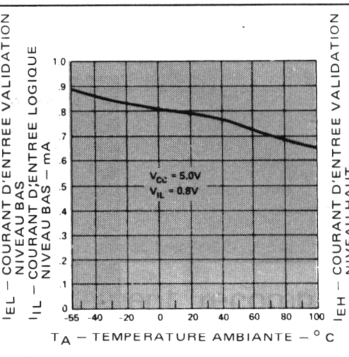


FIGURE 7 – Courant d'entrée typique logique et validation niveau bas en fonction de la température ambiante

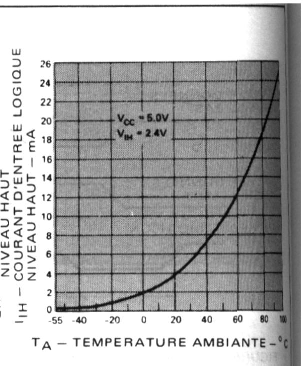


FIGURE 8 – Courant d'entrée typique logique et validation niveau haut en fonction de la température ambiante

Conditions de fonctionnement

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Les afficheurs de la série 5082-7350 visualisent des informations soit décimales soit hexadécimales. Ils sont constitués par une matrice de points modifiée de 4x7 DEL. Les DEL sont excitées par des circuits de commande à courant constant. Les informations codées DCB sont mémorisées pendant que la ligne de validation est à l'état logique bas et les données verrouillées pendant que la ligne est à l'état logique haut. Pour éviter le stockage d'informations erronées, le temps de montée de l'impulsion de validation doit être inférieur à 200 ns. En utilisant les largeurs d'impulsion de validation, les temps t_{SETUP} et t_{HOLD} indiqués dans le tableau donnant les conditions de fonctionnement recommandées, il est possible de synchroniser les données sur un réseau d'afficheurs à la fréquence de 6,7 MHz.

Le signal d'effacement à l'entrée des afficheurs 5082-7359, efface les informations hexadécimales sans altérer le contenu de la mémoire. L'affichage est supprimé pour un niveau de tension minimum de 3,5 V : ceci est réalisé par une simple porte TTL à collecteur ouvert et une résistance de charge. Un seul circuit/tampon six inverseurs, type 7416 (hexinverter buffer/driver) et une résistance de charge de 120 Ω suffisent, par exemple, pour commander l'effacement de huit afficheurs. La valeur de la résistance de charge peut être calculée à partir de la formule suivante, dans laquelle N représente le nombre de chiffres :

$$R_{blank} = (V_{CC} - 3{,}5\ V)/[N\ (1\ mA)]$$

Le signal de commande du point décimal est actif à l'état bas vrai et cette donnée est stockée dans la mémoire de la même façon que les données DCB. La DEL du point décimal est commandée par le circuit intégré à l'afficheur.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Ces afficheurs hermétiques sont conçus et réalisés pour être utilisés dans des conditions d'environnement industriel très difficiles.

Ils peuvent être montés sur support de circuits intégrés 2,54 x 15,24 mm ou soudés sur carte. Ils sont alignables avec un entraxe de 2,54 mm entre broches extrêmes d'afficheurs adjacents.

La dissipation de la chaleur se fait par les broches : il est donc nécessaire, pour avoir un fonctionnement sans aléa jusqu'à une température ambiante de 100° C, de maintenir la résistance thermique boîtier-ambiance à une valeur inférieure à 35° C/W, mesure faite au sommet de la borne 3.

Le nettoyage après soudure peut être réalisé à l'eau, au mélange Fréon-alcool formulé pour le nettoyage à la vapeur (2 mn à température d'ébulllition) ou pour le nettoyage à température ambiante. Solvants préconisés : Fréon TF ou TE, Génésolv DI-15 ou DE-15.

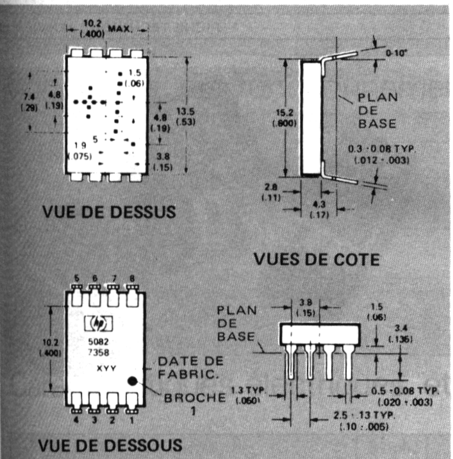
AMELIORATION DU CONTRASTE

Les afficheurs 5082-7350 ont été conçus pour donner le meilleur contraste possible éteint/allumé lorsqu'ils sont disposés derrière des filtres de contraste appropriés. Filtres préconisés : Panelgraphic Ruby Red 60 et Dark Red 63, SGL Homalite H100-1605, 3M Light Control Films, filtre à polarisation circulaire Polaroïd HRCP Red, ou similaires. Pour plus amples renseignements, se reporter à la note d'applications 1015.

Caractère de dépassement

Pour les applications nécessitant l'affichage des signes plus ou moins, du chiffre 1 et du point décimal, on peut utiliser l'afficheur 5082-7358. Il a les mêmes dimensions que les afficheurs de la série 5082-7350 avec lesquels il est compatible.

Dimensions



Notes :
1. Dimensions en mm et (pouces)
2. Sauf mention contraire, toutes les dimensions ont une tolérances de ± 0,38 mm (±0,015")

Broche	Fonction
1	Plus
2	Chiffre 1
3	Chiffre 1
4	Point décimal
5	Ouvert
6	Ouvert
7	V_{CC}
8	Moins/Plus

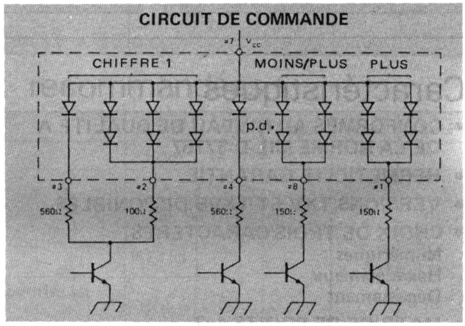


FIGURE 9

Table de vérité

Signe	Broche			
	1	2, 3	4	8
+	H	X	X	H
−	L	X	X	H
1	X	H	X	X
Point décimal	X	X	H	X
Blanc	L	L	L	L

Notes :
L : Transistor de commutation de ligne bloqué (Fig. 9)
H : Transistor de commutation de ligne saturé (Fig. 9)
X : Etat indifférent

Caractéristiques électriques et optiques 5082-7358

(T_A = − 20°C à + 70°C, sauf spécifications contraires)

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Tension directe par DEL	V_F	I_F = 10 mA		1,6	2	V
Puissance dissipée	P_T	I_F = 10 mA Toutes diodes éclairées		280	320	mW
Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre)	I_v	I_F = 6 mA T_C = 25° C	40	85		μcd
Longueur d'onde crête	λ_{peak}	T_C = 25° C		655		nm
Longueur d'onde dominante	λ_d	T_C = 25° C		640		nm
Poids				1		g

Conditions de fonctionnement recommandées

Description	Symb.	Min.	Nom.	Max.	Unité
Tension alim. DEL	V_{CC}	4,5	5	5,5	V
Courant direct DEL	I_F		5	10	mA

Note :
Le courant de DEL doit être limité extérieurement. Se reporter à la figure 9 pour les valeurs de résistance recommandées

Valeurs limites absolues

Description	Symb.	Min.	Max.	Unité
Temp. stockage ambiante	T_S	− 65	+ 125	°C
Temp. fonction. boîtier	T_A	− 55	+ 100	°C
Courant direct par DEL	I_F		10	mA
Tension inverse par DEL	V_R		4	V

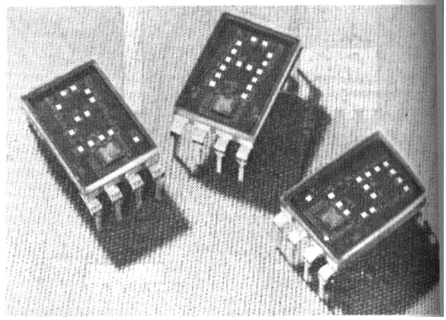
HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

AFFICHEURS NUMÉRIQUES ET HEXADÉCIMAUX A TRÈS HAUTE FIABILITÉ

4N51 (5082-7391)/4N51TXV/4N51TXVB
4N52 (5082-7392)/4N52TXV/4N52TXVB
4N53 (5082-7393)/4N53TXV/4N53TXVB
4N54 (5082-7395)/4N54TXV/4N54TXVB

FICHE TECHNIQUE JANVIER 198



Caractéristiques

- **CONFORMES AU NIVEAU DE QUALITE A DE LA NORME MIL-D-87157**
- **HERMETICITE GARANTIE**
- **VERSIONS TXV ET TXVB DISPONIBLES**
- **CHOIX DE TROIS CARACTERES**
  Numériques
  Hexadécimaux
  Dépassement
- **MATRICE DE POINTS 4x7**
- **PERFORMANCES GARANTIES SUR TOUTE LA GAMME DE TEMPERATURE**
- **STABILISES A HAUTE TEMPERATURE**
- **SORTIES PLAQUEES OR**
- **DECODEUR/CIRCUIT DE COMMANDE AVEC MEMOIRE DE STOCKAGE**
  Compatible TTL
- **CLASSEMENT PAR INTENSITE LUMINEUSE**

Description

Les afficheurs numériques et hexadécimaux des séries 4N51 et 4N54 possèdent un décodeur/circuit de commande et une mémoire intégrée. Ces afficheurs de 7,4 mm sont destinés aux applications militaires et aérospatiales, leur herméticité est garantie.

L'afficheur numérique 4N51 décode les entrées positives BCD 8421 pour fournir les chiffres 0 à 9, un signe «–», un signal de contrôle et quatre signaux d'effacement dans les états binaires d'invalidation. Le point décimal est à droite.

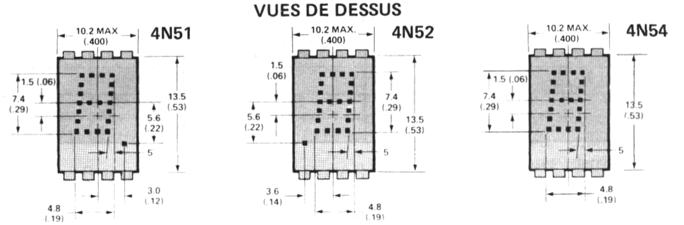
L'afficheur 4N52 est identique au 4N51 mais le point décimal est à gauche.

L'afficheur hexadécimal 4N54 décode les entrées positives 8421 pour fournir 16 états, 0 à 9 et A à F. Le point décimal est remplacé par un signal d'effacement (toutes DEL éteintes) sans perdre le contenu de la mémoire.

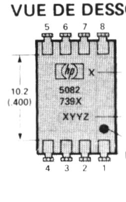
Un afficheur avec caractère de dépassement (± 1) et le point décimal est disponible sous la référence 4N53.

Dimensions*

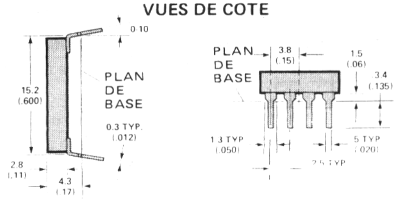
VUES DE DESSUS



VUE DE DESSOUS



VUES DE COTE



Broche	Fonction 4N51 4N52 numériques	4N54 hexadécimal
1	entrée 2	entrée 2
2	entrée 4	entrée 4
3	entrée 8	entrée 8
4	point décimal	cde effacement
5	validation stockage	validation stockage
6	masse	masse
7	V_{CC}	V_{CC}
8	entrée 1	entrée 1

Notes :

1. Dimensions en mm et (pouces)
2. Sauf mentions contraires, toutes tolérances ±0,38 mm (±0,015″)
3. Axe vertical des chiffres de ±0,51 mm (±0,2″)
4. Sorties : alliage cuivreux doré

* Normes JEDEC

Valeurs limites absolues *

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité
Température ambiante de stockage	T_S	– 65	+ 125	°C
Température ambiante de fonctionnement (1, 2)	T_A	– 55	+ 100	°C
Tension d'alimentation (3)	V_{CC}	– 0,5	+ 7	V
Tension appliquée aux broches logiques, point décimal et validation	V_I, V_{DP}, V_E	– 0,5	V_{CC}	V
Tension de commande d'effacement (7)	V_B	– 0,5	V_{CC}	V
Température maximale de soudage à 1,6 mm du plan de base, $t \leqslant 5$ s			260	°C

Conditions de fonctionnement recommandées *

Paramètre	Symb.	Min.	Nom.	Max.	Unité
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,5	5	5,5	V
Température ambiante de fonctionnement (1, 2)	T_A	– 55		+ 100	°C
Largeur de l'impulsion de validation	t_W	100			ns
Temps de maintien minimal de la donnée avant une transition positive sur la ligne de validation	t_{SETUP}	50			ns
Temps de maintien minimal de la donnée après une transition positive sur la ligne de validation	t_{HOLD}	50			ns
Temps de montée de l'impulsion de validation	t_{TLH}			200	ns

Caractéristiques électriques et optiques* (T_A = – 55°C à + 100°C, sauf spécifications contraires)

Paramètre	Symb.	Conditions de mesure	Min.	Typ.(4)	Max.	Unité
Courant d'alimentation	I_{CC}	V_{CC} = 5,5 V (chiffre 5 et point décimal éclairés)		112	170	mA
Puissance dissipée	P_T			560	935	mW
Intensité lumineuse par DEL (moyenne par caractère) (5, 6)	I_V	V_{CC} = 5 V, T_A = 25° C	40	85		µcd
Tension logique d'entrée niveau bas	V_{IL}	V_{CC} = 4,5 V			0,8	V
Tension logique d'entrée niveau haut	V_{IH}		2			V
Tension de validation état bas – données introduites	V_{EL}				0,8	V
Tension de validation état bas – données non introduites	V_{EH}		2			V
Tension d'effacement état bas – affichage apparent (7)	V_{BL}				0,8	V
Tension d'effacement état haut – affichage effacé (7)	V_{BH}		3,5			V
Courant d'entrée d'effacement niveau bas (7)	I_{BL}	V_{CC} = 5,5 V, V_{BL} = 0,8 V			50	µA
Courant d'entrée d'effacement niveau haut (7)	I_{BH}	V_{CC} = 5,5 V, V_{BH} = 4,5 V			1	mA
Courant d'entrée logique niveau bas	I_{IL}	V_{CC} = 5,5 V, V_{IL} = 0,4 V			– 1,6	mA
Courant d'entrée logique niveau haut	I_{IH}	V_{CC} = 5,5 V, V_{IH} = 2,4 V			+ 100	µA
Courant d'entrée validation niveau bas	I_{EL}	V_{CC} = 5,5 V, V_{EL} = 0,4 V			– 1,6	mA
Courant d'entrée validation niveau haut	I_{EH}	V_{CC} = 5,5 V, V_{EH} = 2,4 V			+ 130	µA
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}	T_A = 25° C		655		nm
Longueur d'onde dominante (8)	λ_d	T_A = 25° C		640		nm
Poids				1		g
Taux de fuite					5×10^{-8}	cm^3/s

Notes :

1. Résistance thermique nominale d'un afficheur monté sur support soudé sur circuit : Θ_{JA} = 50° C/W; Θ_{JC} = 15° C/W
2. $\Theta_{CA} \leqslant 35°$ C/W pour un afficheur fonctionnant jusqu'à T_A = 100° C
3. Valeurs des tensions par rapport à la masse, broche 6
4. Toutes valeurs typiques à V_{CC} = 5 V, T_A = 25° C
5. Ces afficheurs sont classés par catégorie lumineuse repérée par une lettre située sous le boîtier à côté du sigle HP
6. L'intensité lumineuse à une température ambiante déterminée I_V (T_A) peut être calculée à partir de la formule : $I_V (T_A) = I_V (25° C) (0{,}985)^{(T_A - 25° C)}$
7. Ne concerne que le 4N54
8. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme chromatique du CIE

* Normes JEDEC

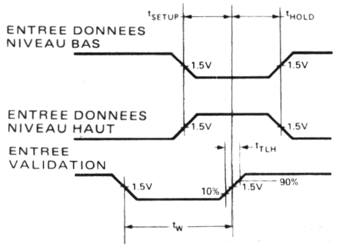


FIGURE 1 — Diagramme des temps logiques des 4N51 et 4N54

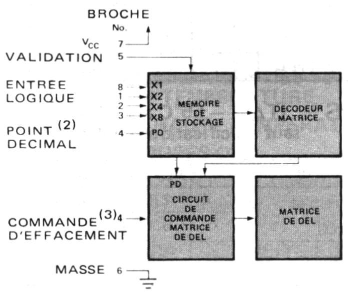


FIGURE 2 — Synoptique logique des 4N51 et 4N54

TABLE DE VERITE					
DONNEES DCB (1)				4N51/4N52	4N54
X_8	X_4	X_2	X_1		
L	L	L	L	0	.0
L	L	L	H	1	1
L	L	H	L	2	2
L	L	H	H	3	3
L	H	L	L	4	4
L	H	L	H	5	5
L	H	H	L	6	6
L	H	H	H	7	7
H	L	L	L	8	8
H	L	L	H	9	9
H	L	H	L	[illegible]	A
H	L	H	H	EFFACEMENT	B
H	H	L	L	EFFACEMENT	C
H	H	L	H	-	D
H	H	H	L	EFFACEMENT	E
H	H	H	H	EFFACEMENT	F
POINT DECIMAL (2)		ECLAIRE		V_{DP} = L	
		NON ECLAIRE		V_{DP} = H	
VALIDATION (1)		CHARGEMENT DONNEES		V_E = L	
		STOCKAGE DONNEES		V_E = H	
EFFACEMENT (3)		AFFICHEUR ECLAIRE		V_B = L	
		AFFICHEUR ETEINT		V_B = H	

Notes :

1. H = Niveau haut; L = Niveau bas. Avec le signal de validation à l'état haut, un changement de niveau logique DCB ou point décimal à l'entrée est sans action sur la mémoire d'affichage, sur le caractère affiché ou le point décimal.
2. 4N51 et 4N52 uniquement
3. 4N54 uniquement. Les données d'effacement n'agissent pas sur la mémoire d'affichage.

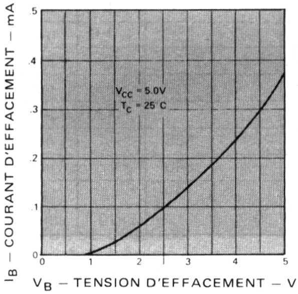


FIGURE 3 — Courant de commande d'effacement typique en fonction de la tension (4N54)

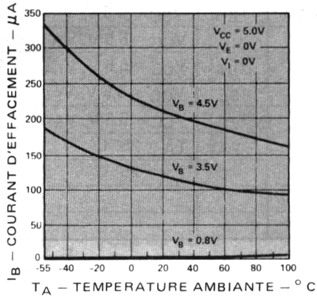


FIGURE 4 — Courant de commande d'effacement typique en fonction de la température ambiante (4N54)

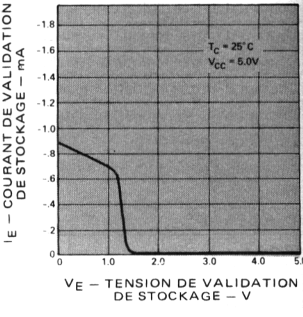


FIGURE 5 — Courant de validation de stockage typique en fonction de la tension

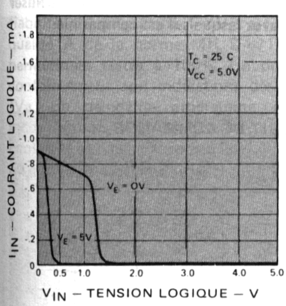


FIGURE 6 – Courant d'entrée typique logique et point décimal en fonction de la tension

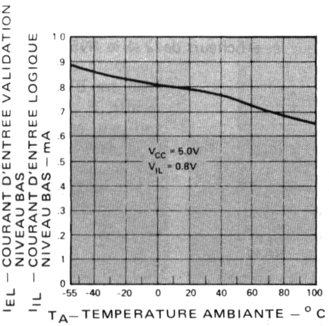


FIGURE 7 – Courant d'entrée typique logique et validation niveau bas en fonction de la température ambiante

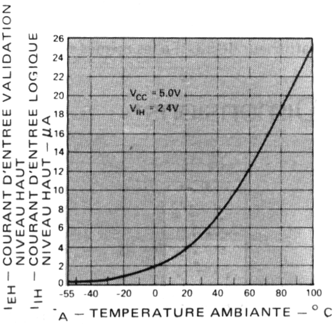


FIGURE 8 – Courant d'entrée typique logique et validation niveau haut en fonction de la température ambiante

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

Conditions de fonctionnement

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Les afficheurs série 4N51 à 4N54 visualisent des informations soit décimales, soit hexadécimales. Ils sont constitués par une matrice de points modifiée de 4x7 DEL. Les DEL sont excitées par des circuits de commande à courant constant. Les informations codées DCB sont mémorisées pendant que la ligne de validation est à l'état logique bas et les données verrouillées pendant que la ligne est à l'état logique haut. Pour éviter le stockage d'informations erronées, le temps de montée de l'impulsion de validation doit être inférieur à 200 ns. En utilisant les largeurs d'impulsion de validation, les temps t_{SETUP} et t_{HOLD} indiqués dans le tableau donnant les conditions de fonctionnement recommandées, il est possible de synchroniser les données sur un réseau d'afficheurs à la fréquence de 6,7 MHz.

Le signal d'effacement à l'entrée des afficheurs 4N54 efface les informations hexadécimales sans altérer le contenu de la mémoire. L'affichage est supprimé pour un niveau de tension minimum de 3,5 V. Ceci est réalisé par une simple porte TTL à collecteur ouvert et une résistance de charge. Un seul circuit/tampon six inverseurs, type 7416 (hexinverter buffer/driver) et une résistance de charge de 120 Ω suffisent, par exemple, pour commander l'effacement de huit afficheurs. La valeur de la résistance de charge peut être calculée à partir de la formule suivante, dans laquelle N représente le nombre de chiffres :

$$R_{blank} = (V_{CC} - 3{,}5\ V)/[N\ (1\ mA)]$$

Le signal de commande du point décimal est actif à l'état bas vrai et cette donnée est stockée dans la mémoire de la même façon que les données BCD. La DEL du point décimal est commandée par le circuit intégré de l'afficheur.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Les afficheurs 4N51 à 4N54 sont hermétiquement scellés et contrôlés avant utilisation dans un environnement nécessitant des composants de grande fiabilité. Ils sont conçus pour supporter des fuites à l'hélium de $5 \times 10^{-8}\ cm^3/s$ et des essais de grosses fuites avec un produit fluide coloré standard.

Ces afficheurs peuvent être montés sur support de circuits intégrés 2,54 x 15,24 mm ou soudés sur carte. Ils peuvent être alignés avec un entraxe de 2,54 mm entre broches extrêmes d'afficheurs adjacents.

La dissipation de la chaleur se fait par les broches. Il est donc nécessaire, pour avoir un fonctionnement sans aléa, jusqu'à une température de + 100° C, de maintenir la résistance thermique boîtier-ambiance à une valeur inférieure à 35° C/W, mesure faite au sommet de la borne 3.

Le nettoyage après soudure peut être réalisé à l'eau, au mélange Fréon-alcool préconisé pour le nettoyage à la vapeur (à température d'ébullition) ou formule pour nettoyage à température ambiante. Solvants préconisés : Fréon TF ou TE, Génésolv DI-15 ou DE-15.

PREVIEILLISSEMENT

Les afficheurs série 4N51 à 4N54 subissent à 100% un prévieillissement de 24 h à 125° C.

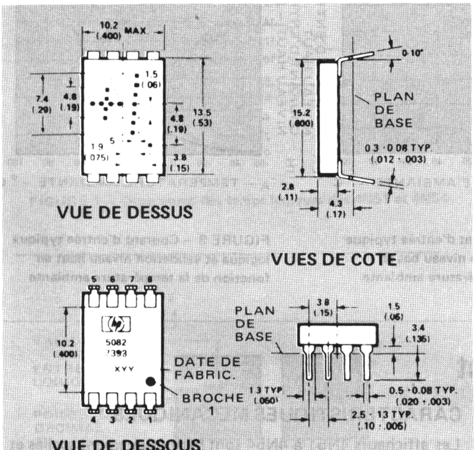
AMELIORATION DU CONTRASTE

Ces afficheurs ont été conçus pour donner le meilleur contraste possible éteint/allumé lorsqu'ils sont disposés derrière des filtres de contraste appropriés. Filtres préconisés : Panelgraphic Ruby Red 60 et Dark Red 63, SGL Homalite H100-1605, 3M Light Control Film, filtre à polarisation circulaire Polaroïd HRCP Red, ou similaires. Pour plus amples renseignements, se reporter à la note d'applications 1015.

Caractère de dépassement

Pour les applications nécessitant l'affichage des signes plus ou moins, du chiffre 1 et du point décimal, on peut utiliser l'afficheur 4N53. Il a les mêmes dimensions que les afficheurs de la série 4N51 à 4N54, avec lesquels il est compatible.

Dimensions*



Notes :

1. Dimensions en mm et (pouces)
2. Sauf mention contraire, toutes les dimensions ont une tolérances de ± 0,38 mm (±0,015")

Broche	Fonction
1	Plus
2	Chiffre 1
3	Chiffre 1
4	Point décimal
5	Ouvert
6	Ouvert
7	V_{CC}
8	Moins/Plus

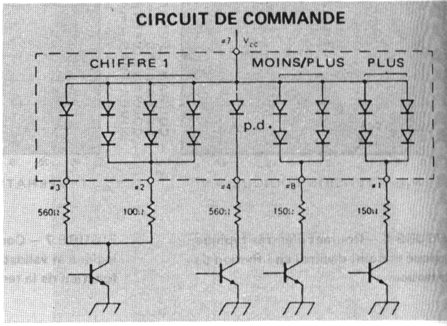


FIGURE 9

Table de vérité

Signe	Broche			
	1	2, 3	4	8
+	H	X	X	H
−	L	X	X	H
1	X	H	X	X
Point décimal	X	X	H	X
Blanc	L	L	L	L

Notes :

L : Transistor de commutation de ligne bloqué (Fig. 9)
H : Transistor de commutation de ligne saturé (Fig. 9)
X : Etat indifférent

Caractéristiques électriques et optiques* 4N53 (T_A = − 55°C à + 100°C, sauf spécifications contraires)

Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Tension directe par DEL	V_F	I_F = 10 mA		1,6	2	V
Puissance dissipée	P_T	I_F = 10 mA Toutes diodes éclairées		280	320	mW
Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre)	I_ν	I_F = 6 mA T_C = 25° C	40	85		µcd
Longueur d'onde crête	λ_{peak}	T_C = 25° C		655		nm
Longueur d'onde dominante	λ_d	T_C = 25° C		640		nm
Poids				1		g

Conditions de fonctionnement recommandées*

Description	Symb.	Min.	Nom.	Max.	Unité
Tension alim. DEL	V_{CC}	4,5	5	5,5	V
Courant direct DEL	I_F		5	10	mA

Note :
Le courant de DEL doit être limité extérieurement. Se reporter à la figure 9 pour les valeurs de résistance recommandées

Valeurs limites absolues*

Description	Symb.	Min.	Max.	Unité
Temp. stockage ambiante	T_S	− 65	+ 125	° C
Temp. fonction. boîtier	T_A	− 55	+ 100	° C
Courant direct par DEL	I_F		10	mA
Tension inverse par DEL	V_R		4	V

* Normes JEDEC

Contrôle de fiabilité

Il existe deux programmes standard de contrôle de la fiabilité. Le programme TXVB est conforme au niveau de qualité A de la norme MIL-D-87157 pour les afficheurs hermétiques testés à 100%. Un produit TXVB est testé conformément aux indications des tableaux I, II, IIIa et IVa. Un deuxième programme est constitué par une modification HP du programme complet de conformité; il comporte la partie tests à 100% du niveau A, tableau I et du groupe A, tableau II.

DESIGNATION DES AFFICHEURS

Produit standard	Tableaux I et II	Tableaux I, II, IIIa et IVa
REFERENCES PREFERENTIELLES		
4N51	4N51 TXV	4N51 TXVB
4N52	4N52 TXV	4N52 TXVB
4N53	4N53 TXV	4N53 TXVB
4N54	4N54 TXV	4N54 TXVB
ANCIENNES REFERENCES (abandonnées)		
5082-7391	TXV-7391	TXVB-7391
5082-7392	TXV-7392	TXVB-7392
5082-7393	TXV-7393	TXVB-7393
5082-7395	TXV-7395	TXVB-7395

Tests à 100%

TABLEAU I
NIVEAU DE QUALITE A DE LA NORME MIL-D-87157

Examen ou Essai	Méthode MIL-D-750	Conditions
1. Examen visuel interne	–	Procédure HP 5956-7572-52
2. Stockage à haute température	1032	$T_A = 125°C$ pendant 24 h
3. Cycle de température	1051	Condition B, 10 cycles, 15 mn. Stabilisation
4. Accélération constante	2006	10 000 G dans le sens Y_1
5. Test de fuite fine	1071	Condition H
6. Test de grosse fuite	1071	Condition C
7. Essais électriques/optiques intérimaires (2)	–	I_V, I_{CC}, I_{BL}, I_{BH}, I_{EL}, I_{EH}, I_{IL} et I_{IH} et fonction visuelle, $T_A = 25°C$
8. Déverminage (1, 3)	1015	Condition B à $V_{CC} = 5$ V et cycle logique de 1 caractère par seconde $T_A = 100°C$ pendant 160 h
9. Essai électrique final (2)	–	Comme l'étape 7
10. Détermination des deltas	–	$\Delta I_V = -20\%$, $\Delta I_{CC} = \pm 10$ mA, $\Delta I_{IH} = \pm 10\ \mu A$ et $\Delta I_{EH} = \pm 13\ \mu A$
11. Examen visuel externe (1)	2009	

Notes :
1. La méthode d'essai de la norme MIL-STD-883 s'applique.
2. Les limites et conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques.
3. Le déverminage des afficheurs utilise la condition B avec une valeur nominale $I_F = 8$ mA avec «+ 1» éclairé pendant 160 heures.

TABLEAU II
ESSAIS ELECTRIQUES DU GROUPE A – MIL-D-87157

Examen ou Essai	Paramètres	LTPD
Sous-groupe 1 Essais électriques en CC à 25°C (1)	I_V, I_{CC}, I_{BL}, I_{BH}, I_{EL}, I_{EH}, I_{IL} et I_{IH} et fonction visuelle, $T_A = 25°C$	5
Sous-groupe 2 Essais électriques en CC à haute température (1)	Comme le sous-groupe 1 avec suppression de I_V et fonction visuelle, $T_A = +100°C$	7
Sous-groupe 3 Essais électriques en CC à basse température (1)	Comme le sous-groupe 1 avec suppression de I_V et fonction visuelle, $T_A = -55°C$	7
Sous-groupes 4, 5 et 6 non testés		
Sous-groupe 7 Essais optiques et fonctionnels à 25°C	Vérifiés par le sous-groupe 1	5
Sous-groupe 8 Examen visuel externe		7

Note :
1. Les limites et conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques.

TABLEAU IIIa
GROUPE B, CLASSES A ET B DE LA NORME MIL-D-87157

Examen ou Essai	Méthode MIL-STD-750	Conditions	Echantillon
Sous-groupe 1 Résistance aux solvants	1022		4 afficheurs/ 0 échec
Examen visuel interne et mécanique (3)	2014		1 afficheur/ 0 échec
Sous-groupe 2 (1, 2) Soudabilité	2026	$T_A = 260°C$ pendant 5 s	LTPD = 15
Sous-groupe 3 Choc thermique (cycle de température)	1051	Condition B, 10 cycles, 15 mn stabilisation	LTPD = 15
Résistance à l'humidité	1021		
Test de fuite fine	1071	Condition H	
Test de grosse fuite	1071	Condition C	
Points extrêmes électriques/ optiques (4)	–	I_V, I_{CC}, I_{BL}, I_{BH}, I_{EL}, I_{EH}, I_{IL}, I_{IH} et fonction visuelle, $T_A = 25°C$	
Sous-groupe 4 Essai de durée de vie (340 h) (5)	1027	$T_A = +100°C$ à $V_{CC} = 5$ V et cycle logique de 1 caractère par seconde	LTPD = 10
Points extrêmes électriques/ optiques (4)	–	Comme le sous-groupe 3	
Sous-groupe 5 Durée de vie hors fonctionnement (stockage) (340 h)	1032	$T_A = +125°C$	LTPD = 10
Points extrêmes électriques/ optiques (4)	–	Comme le sous-groupe 3	

Notes :
1. Lorsque des essais électriques/optiques ne sont pas requis comme points extrêmes, des rejets électriques peuvent être utilisés.
2. LTPD s'applique au nombre de conducteurs examinés mais on ne pourra en aucun cas utiliser moins de trois afficheurs pour obtenir le nombre de conducteurs requis.
3. Les méthodes de la norme MIL-STD-883 s'appliquent.
4. Les limites et les conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques.
5. Le déverminage des afficheurs utilise la condition B avec une valeur nominale $I_F = 8$ mA avec «+ 1» éclairé pendant 160 heures.

TABLEAU IVa
GROUPE C, CLASSES A ET B DE LA NORME MIL-D-87157

Examen ou Essai	Méthode MIL-STD-750	Conditions	Echantillon
Sous-groupe 1 Dimensions	2066		2 afficheurs/ 0 échec
Sous-groupe 2 (2, 7) Intégrité des conducteurs	2004	Condition B2	LTPD = 15
Test de fuite fine	1071	Condition H	
Test de grosse fuite	1071	Condition C	
Sous-groupe 3 Chocs	2016	1500 G pendant 0,5 ms, 5 impulsions dans chacun des sens X_1, Y_1 et Y_2	LTPD = 15
Vibrations, fréquence variable	2056		
Accélération constante	2006	10 000 G dans le sens Y_1	
Examen visuel externe (4)	1010 ou 1011		
Points extrêmes électriques/ optiques (8)	–	I_V, I_{CC}, I_{BL}, I_{BH}, I_{EL}, I_{EH}, I_{IL}, I_{IH} et fonction visuelle, $T_A = 25°C$	
Sous-groupe 4 (1, 3) Atmosphère saline	1041		LTPD = 15
Examen visuel externe (4)	1010 ou 1011		
Sous-groupe 5 Tenue des broches (5)	2037	Condition A	LTPD = 20 (C = 0)
Sous-groupe 6 Test de durée de vie en régime permanent (6)	1026	$T_A = +100°C$	$\lambda = 10$
Points extrêmes électriques/ optiques (8)	–	Comme le sous-groupe 3	

Notes :
1. Lorsque les essais électriques/optiques ne sont pas requis comme points extrêmes, des rejets électriques peuvent être utilisés.
2. LTDP s'applique au nombre de conducteurs examinés mais on ne pourra en aucun cas utiliser moins de trois afficheurs pour obtenir le nombre de conducteurs requis.
3. L'utilisation d'échantillons de soudabilité est interdite.
4. Les exigences visuelles seront conformes aux dispositions de la méthode 1010 ou 1011 de la norme MIL-STD-883.
5. Les afficheurs peuvent être sélectionnés avant le scellement.
6. Si un lot d'inspection déterminé soumis à une inspection groupe B a été sélectionné pour répondre aux exigences d'inspection du groupe C, les essais de durée de vie de 340 heures peuvent être poursuivis juqu'à 1000 heures pour satisfaire aux exigences des essais de durée de vie du groupe C. Dans ces cas, les mesures au point extrême 340 heures deviennent la base de l'acceptation du lot en groupe B ou de l'acceptation en groupe B et groupe C si la mesure au point extrême est de 1000 heures.
7. La méthode de test de la norme MIL-STD-883 s'applique.
8. Les limites et les conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques.

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

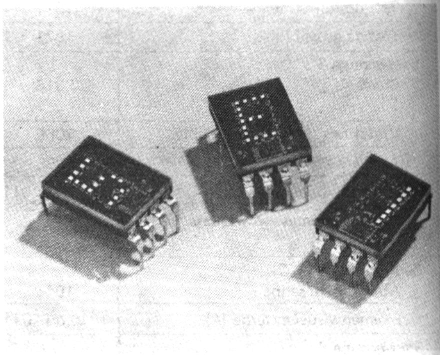
AFFICHEURS NUMÉRIQUES ET HEXADÉCIMAUX POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES

ROUGE HT RENDT Faible consommation • HDSP-0760/-0761/-0762/-0763
Forte luminosité • HDSP-0770/-0771/-0772/-0763
JAUNE • HDSP-0860/-0861/-0862/-0863
VERT • HDSP-0960/-0961/-0962/-0963

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- TROIS COULEURS :
  Rouge haut rendement
  Jaune
  Vert
- CHOIX DE TROIS CARACTERES
  Numériques
  Hexadécimaux
  Dépassement
- DEUX TYPES DE ROUGE HAUT RENDEMENT
  Faible consommation
  Forte luminosité
- PERFORMANCES GARANTIES DANS LA PLAGE DE TEMPERATURES SPECIFIEE
- MEMOIRE DE STOCKAGE, DECODEUR/ CIRCUIT DE COMMANDE INTEGRES
  Compatible TTL
- CARACTERES A MATRICE DE POINTS 4x7
- CLASSEMENT PAR INTENSITE LUMINEUSE JAUNE ET VERT REPERES PAR COULEUR
  Assure l'homogénéité lumineuse des afficheurs



Description

Ces afficheurs de 7,4 mm à semi-conducteurs sont destinés aux applications industrielles dans un environnement difficile. Les dispositifs numériques et hexacédimaux possèdent une mémoire, un décodeur et un amplificateur intégrés.

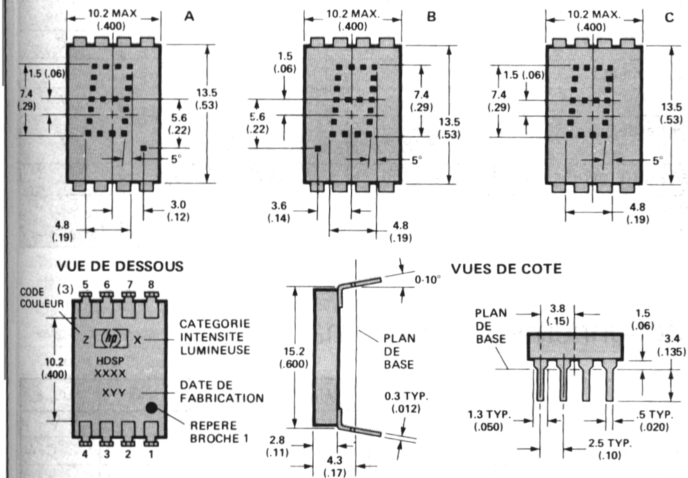
Les afficheurs numériques décodent une logique positive DCB pour fournir les chiffres 0 à 9, un signe – et un signal de contrôle. En hexadécimal, ils décodent une logique positive DCB pour fournir les seize caractères 0 à 9 et A à F; ils possèdent en outre une entrée effacement (toutes les DEL éteintes) sans perte du contenu de la mémoire.

L'indicateur de dépassement ± 1 et le point décimal à droite sont habituellement commandés par des transistors de commutation extérieurs.

Références

HDSP-	Couleur	Description	Boîtier
0760	Rouge haut rendement Faible consommation	Numérique, point décimal à droite	A
0761		Numérique, point décimal à gauche	B
0762		Hexadécimal	C
0763		Dépassement ± 1	D
0770	Rouge haut rendement Forte luminosité	Numérique, point décimal à droite	A
0771		Numérique, point décimal à gauche	B
0772		Hexadécimal	C
0763		Dépassement ± 1	D
0860	Jaune	Numérique, point décimal à droite	A
0861		Numérique, point décimal à gauche	B
0862		Hexadécimal	C
0863		Dépassement ± 1	D
0960	Vert	Numérique, point décimal à droite	A
0961		Numérique, point décimal à gauche	B
0962		Hexadécimal	C
0963		Dépassement ± 1	D

Dimensions



Broches	Fonction Numérique	Fonction Hexa-décimal
1	Entrée 2	Entrée 2
2	Entrée 4	Entrée 4
3	Entrée 8	Entrée 8
4	Point décimal	Commande effacement
5	Validation stockage	Validation stockage
6	Masse	Masse
7	V_{CC}	V_{CC}
8	Entrée 1	Entrée 1

Notes .

1. Dimensions en mm et (pouces).
2. Axe vertical des chiffres décentré de ± 0,51 mm (± .02'').
3. Séries HDSP-0860 et -0960.

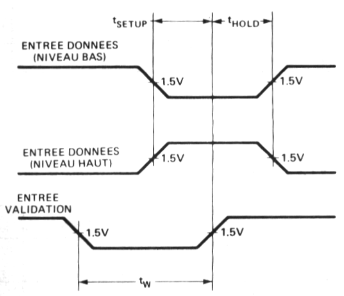


FIGURE 1 — Diagramme des temps

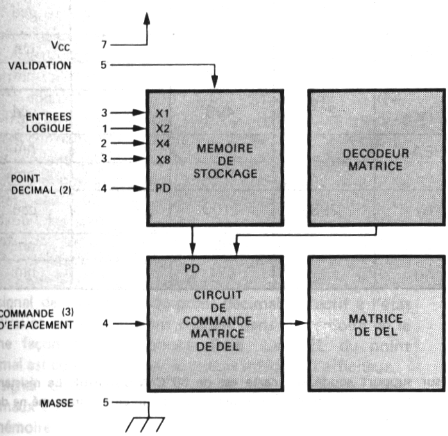


FIGURE 2 — Synoptique logique

TABLE DE VERITE					
DONNEES DCB (1)				NUMERIQUE	HEXA DECIMAL
X_8	X_4	X_2	X_1		
L	L	L	L	0	0
L	L	L	H	1	1
L	L	H	L	2	2
L	L	H	H	3	3
L	H	L	L	4	4
L	H	L	H	5	5
L	H	H	L	6	6
L	H	H	H	7	7
H	L	L	L	8	8
H	L	L	H	9	9
H	L	H	L	H	A
H	L	H	H	EFFACEMENT	B
H	H	L	L	EFFACEMENT	C
H	H	L	H	-	D
H	H	H	L	EFFACEMENT	E
H	H	H	H	EFFACEMENT	F
POINT DECIMAL (2)				ECLAIRE	V_{DP} = L
				NON ECLAIRE	V_{DP} = H
VALIDATION (1)				CHARGEMENT DONNEES	V_E = L
				STOCKAGE DONNEES	V_E = H
EFFACEMENT (3)				AFFICHEUR ECLAIRE	V_B = L
				AFFICHEUR ETEINT	V_B = H

Notes :

1. H = Niveau haut; L = Niveau bas. Avec le signal de validation à l'état haut, un changement de niveau logique DCB ou point décimal à l'entrée est sans action sur la mémoire d'affichage, sur le caractère affiché ou le point décimal.
2. Uniquement afficheurs numériques.
3. Uniquement afficheurs hexadécimaux. Les données d'effacement n'agissent pas sur la mémoire d'affichage.

Valeurs limites absolues

Description	Symbole	Min.	Max.	Unité
Température ambiante de stockage	T_S	– 65	+ 100	°C
Température ambiante de fonctionnement (1)	T_A	– 55	+ 70	°C
Tension d'alimentation (2)	V_{CC}	– 0,5	+ 7	V
Tension appliquée aux broches entrée logique, point décimal et validation	V_I, V_{DP}, V_E	– 0,5	V_{CC}	V
Tension appliquée à l'entrée effacement (2)	V_B	– 0,5	V_{CC}	V
Température maximale de soudage à 1,6 mm du plan de base, $t \leqslant 5$ s			260	°C

Conditions de fonctionnement recommandées

Description	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité
Tension d'alimentation (2)	V_{CC}	4,5	5	5,5	V
Température ambiante de fonctionnement (1)	T_A	– 55		+ 70	°C
Largeur de l'impulsion de validation	t_W	100			ns
Temps de maintien des données avant une transition positive de la ligne de validation	t_{SETUP}	50			ns
Temps de maintien des données après une transition positive de la ligne de validation	t_{HOLD}	50			ns
Temps de montée de l'impulsion de validation	t_{TLH}			1	ms

Caractéristiques optiques ($T_A = 25°C$, $V_{CC} = 5$ V)

Références	Description	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité
Série HDSP-0760	Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre) (3, 4)	I_V	65	140		µcd
	Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}		635		nm
	Longueur d'onde dominante (5)	λ_d		626		nm
Série HDSP-0770	Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre) (3, 4)	I_V	260	620		µcd
	Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}		635		nm
	Longueur d'onde dominante (5)	λ_d		626		nm
Série HDSP-0860	Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre) (3, 4)	I_V	215	490		µcd
	Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}		583		nm
	Longueur d'onde dominante (5, 6)	λ_d		585		nm
Série HDSP-0960	Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre) (3, 4)	I_V	298	1100		µcd
	Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}		568		nm
	Longueur d'onde dominante (5, 6)	λ_d		574		nm

Notes :

1. La résistance thermique nominale $R\theta_{JA}$ d'un afficheur monté sur support soudé sur carte est de 50°C/W/dispositif. La résistance thermique du boîtier $R\theta_{J\text{-}BROCHE} = 15°C$/W/dispositif. La résistance thermique broche-ambiance à travers le circuit imprimé ne doit pas dépasser 35°C/W/dispositif à $T_A = 70°C$ pour que la fiabilité soit conservée
2. Les tensions sont mesurées par rapport à la masse, broche 6
3. L'intensité lumineuse est repérée par une lettre code sous le boîtier. La température du boîtier avant la mesure de la luminosité est de 25°C.

Caractéristiques électriques (T_A = 0°C à + 70°C)

Description		Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.(7)	Max.	Unité
Courant alimentation	Série HDSP-0760	I_{CC}	V_{CC} = 5,5 V (chiffre 5 et point décimal éclairés)		78	105	mA
	Série HDSP-0770 Série HDSP-0860 Série HDSP-0960				120	175	
Puissance dissipée	Série HDSP-0760	P_T			390	573	mW
	Série HDSP-0770 Série HDSP-0860 Série HDSP-0960				690	963	
Tension d'entrée logique, validation effacement, niveau bas		V_{IL}	V_{CC} = 4,5 V			0,8	V
Tension d'entrée logique, validation effacement, niveau haut		V_{IH}		2			V
Courant d'entrée logique et validation, niveau bas		I_{IL}	V_{CC} = 5,5 V			– 1,6	mA
Courant d'effacement, niveau bas		I_{BL}	V_{IL} = 0,4 V			– 10	µA
Courant d'entrée logique, validation et effacement, niveau haut		I_{IH}	V_{CC} = 5,5 V V_{IH} = 2,4 V			+ 40	µA
Poids					1		g
Taux de fuite						5×10^{-8}	cm^3/s

Notes :

4. L'intensité lumineuse, à une température spécifique I_V (T_A) du boîtier, peut être calculée en utilisant la formule :

$$I_V(T_A) = I_V(25°C)\, e^{[k(T_A - 25°C)]}$$

Référence	k
Série HDSP-0760 Série HDSP-0770	– 0,0131/°C
Série HDSP-0860	– 0,0112/°C
Série HDSP-0960	– 0,0104/°C

5. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur est extraite du diagramme chromatique du CIE
6. La couleur des afficheurs HDSP séries -0860 et -0960 est repérée par un chiffre imprimé sous le boîtier, en fonction de leur longueur d'onde dominante
7. Toutes valeurs typiques pour V_{CC} = 5 V et T_A = 25°C

Conditions de fonctionnement

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Ces afficheurs constitués par une matrice de points modifiée de 4 x 7 DEL visualisent des informations numériques et hexadécimales. Les DEL rouges haut rendement et jaunes sont constituées par une couche épitaxiée au GaAsP sur substrat GaP transparent, les DEL vertes par une sous-couche épitaxiée au GaP sur substrat transparent au GaP. Les DEL sont excitées par des circuits de commande à courant constant. Les informations codées DCB sont mémorisées pendant que la ligne de validation est à l'état logique bas et les données stockées pendant que la ligne est à l'état logique haut. En utilisant les largeurs d'impulsion de validation, les temps $t_{set\ up}$ et t_{hold} indiqués dans le tableau donnant les conditions de fonctionnement recommandées, il est possible de synchroniser les données sur un réseau d'afficheurs à la fréquence de 6,7 MHz.

Le signal de commande du point décimal est actif à l'état bas vrai et cette donnée est stockée dans la mémoire de la même façon que les données DCB. La DEL du point décimal est commandée par le circuit intégré à l'afficheur.

Le signal d'effacement à l'entrée des afficheurs hexadécimaux efface les informations sans altérer le contenu de la mémoire. L'affichage est supprimé pour un niveau de tension minimum de 2 V. Pendant l'effacement, la puissance dissipée au repos est de 250 mW à T_A = 25°C.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

La dissipation de la chaleur se fait par les broches : il est donc nécessaire, pour avoir un fonctionnement sans aléa jusqu'à une température ambiante de + 70°C, de maintenir la résistance thermique à une valeur inférieure à 35°C/W, mesure faite au sommet de la borne 3.

Le nettoyage après soudure peut être réalisé à l'eau, au mélange Fréon/alcool, formule pour nettoyage à la vapeur (2 mn à température d'ébullition) ou formule pour nettoyage à température ambiante. Solvants préconisés : Fréon TF ou TE, Génésolv DI-15 ou DE-15.

AMELIORATION DU CONTRASTE

Les afficheurs 5082-7350 ont été conçus pour donner le meilleur contraste possible éteint/allumé lorsqu'ils sont disposés derrière des filtres de contraste appropriés. Filtres préconisés :

ROUGE HAUT RENDEMENT
Panelgraphic Ruby Red 60
Chequers Red 112
3M Light Control Film

JAUNE
Panelgraphic Yellow 27
Chequers Amber 107
3M Light Control Film

VERT
Panelgraphic Green 48
Chequers Green 107
3M Light Control Film

Dans la plupart des applications, un filtre gris de densité neutre suffit à fournir le contraste voulu : ce peut être un filtre en plastique, un filtre à polarisation circulaire ou un verre traité optiquement. Filtres préconisés :

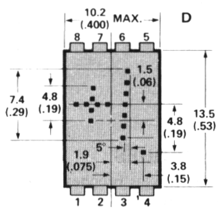
- gris de densité neutre : Panelgraphic Gray 10, Chequers Gray 105,
- verre traité optiquement à polarisation circulaire : HNCP10 de Polaroïd.

Ces filtres conviennent particulièrement pour les très forts éclairages ambiants.

Caractère de dépassement

L'indicateur de dépassement visualise le chiffre «± 1» et le point décimal. La hauteur du caractère et la taille du boîtier sont identiques à celles des afficheurs numériques et hexadécimaux. Le choix du caractère et du point décimal se fait par l'entremise de transistors de commutation extérieurs et de résistances limitatrices de courant.

Dimensions



VUE DE DESSUS

Broche	Fonction
1	Plus
2	Chiffre 1
3	Chiffre 1
4	Point décimal
5	Ouvert
6	Ouvert
7	V_{CC}
8	Moins/Plus

Note :
1. Dimensions en mm et (pouces).

Signe	Broche			
	1	2, 3	4	8
+	1	X	X	1
−	0	X	X	1
1	X	1	X	X
Point décimal	X	X	1	X
Blanc	0	0	0	0

Notes :
0 : Transistor de commutation de ligne bloqué (Figure 3).
1 : Transistor de commutation de ligne saturé (Figure 3).
X : Etat indifférent.

Valeurs limites absolues

Description	Symbole	Min.	Max.	Unité
Température ambiante de stockage	T_S	− 65	+ 100	°C
Température ambiante de fonctionnement	T_A	− 55	+ 70	°C
Courant direct par DEL	I_F		10	mA
Tension inverse par DEL	V_R		5	V

CIRCUIT DE COMMANDE

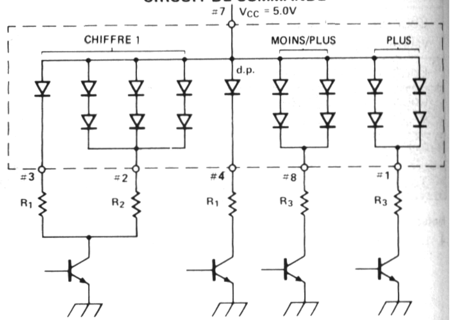


FIGURE 3

Conditions de fonctionnement recommandées (V_{CC} = 5 V)

Référence	Courant direct par DEL mA	Valeur en Ω		
		R_1	R_2	R_3
HDSP-0763 : Faible consommation Forte luminosité	 2,3 8	 1300 360	 200 47	 300 68
HDSP-0863	8	360	36	56
HDSP-0963	8	360	30	43

Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre) à T_A = 25°C

Référence	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Unité
HDSP-0763	I_F = 2,3 mA	65	140	μcd
	I_F = 8 mA		620	μcd
HDSP-0863	I_F = 8 mA	215	490	μcd
HDSP-0963	I_F = 8 mA	298	1100	μcd

Caractéristiques électriques (T$_A$ = 0°C à + 70°C)

Référence	Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
HDSP-0763	Puissance dissipée (toutes DEL allumées)	P_T	I_F = 2,8 mA		72		mW
			I_F = 8 mA		224	282	
	Tension directe par DEL	V_F	I_F = 2,8 mA		1,6		V
			I_F = 8 mA		1,75	2,2	
HDSP-0863	Puissance dissipée (toutes DEL allumées)	P_T	I_F = 8 mA		237	282	mW
	Tension directe par DEL	V_F			1,90	2,2	V
HDSP-0963	Puissance dissipée (toutes DEL allumées)	P_T	I_F = 8 mA		243	282	mW
	Tension directe par DEL	V_F			1,85	2,2	V

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

AFFICHEURS NUMERIQUES, HEXADECIMAUX ET HERMETIQUES POUR APPLICATIONS MILITAIRES

ROUGE HAUT RENDEMENT

Faible consommation • HDSP-078X/-078XTXV/-078XTXVB

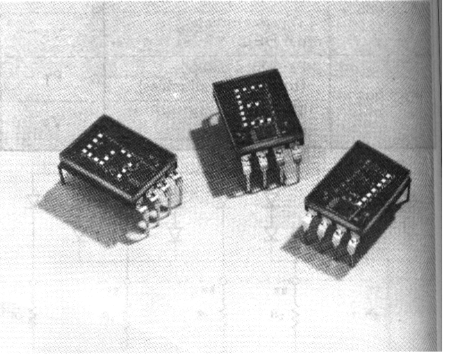
Forte luminosité • HDSP-079X/-079XTXV/-079XTXVB

JAUNE • HDSP-088X/-088XTXV/-088XTXVB

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- CONFORMES A LA NORME MIL-D-87157, NIVEAU DE QUALITE A
- SCELLES HERMETIQUEMENT
- VERSION TXV ET TXVB DISPONIBLES
- TROIS CARACTERES EN OPTION
  Numériques
  Hexadécimaux
  Dépassement
- CARACTERES FORMES DE MATRICE 4x7
- ROUGE ET JAUNE HAUT RENDEMENT
- DEUX OPTIONS ROUGE HAUT RENDEMENT
  Faible consommation
  Forte luminosité
- PERFORMANCES GARANTIES EN TEMPERATURE
- STABILISES AUX HAUTES TEMPERATURES
- CONDUCTEURS PLAQUES OR
- ETAGE PILOTE/DECODEUR/ VERROUILLAGE MEMOIRE COMPATIBLES TTL
- TRIES PAR INTENSITE LUMINEUSE



Description

Ces afficheurs sont des indicateurs hermétiques, hexadécimaux et numériques à semi-conducteurs équipés d'étages pilotes/décodeurs et d'une mémoire intégrés. Ces afficheurs ont été conçus et testés pour être utilisés dans les applications militaires et aérospatiales. La hauteur des caractères est de 7,4 mm. Les versions TXVB de ces produits sont conformes au niveau de qualité A de la norme MIL-D-87157, la spécification générale des afficheurs à diodes électroluminescentes.

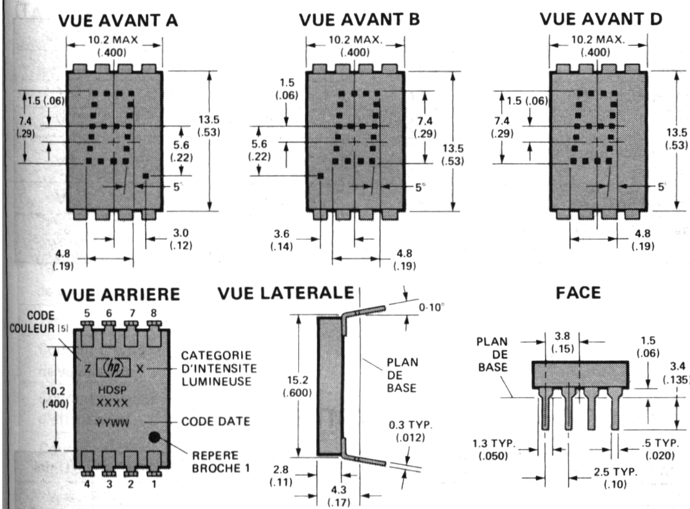
Ces dispositifs numériques décodent une logique DCB positive pour en faire des caractères «0-9», un signe «–», un point décimal et une configuration de test. Les dispositifs hexadécimaux décodent cette logique DCB positive en 16 caractères «0-9», «A-F». Une entrée est prévue sur les dispositifs hexadécimaux pour effacer l'afficheur (toutes diodes éteintes) sans perdre le contenu de la mémoire.

L'indicateur de dépassement «± 1» et le point décimal à droite sont habituellement commandés par des transistors de commutation externes.

Références

HDSP-	Couleur	Description	Vue avant
0781/0781TXV/0781TXVB	Rouge haut rendement Faible consommation	Numérique, point décimal à droite	A
0782/0782TXV/0782TXVB		Numérique, point décimal à gauche	B
0783/0783TXV/0783TXVB		Dépassement ± 1	C
0784/0784TXV/0784TXVB		Hexadécimal	D
0791/0791TXV/0791TXVB	Rouge haut rendement Forte luminosité	Numérique, point décimal à droite	A
0792/0792TXV/0792TXVB		Numérique, point décimal à gauche	B
0793/0793TXV/0793TXVB		Dépassement ± 1	C
0794/0794TXV/0794TXVB		Hexadécimal	D
0881/0881TXV/0881TXVB	Jaune	Numérique, point décimal à droite	A
0882/0882TXV/0882TXVB		Numérique, point décimal à gauche	B
0883/0883TXV/0883TXVB		Dépassement ± 1	C
0884/0884TXV/0884TXVB		Hexadécimal	D

Dimensions



Broches	Fonction	
	Numérique	Hexa-décimal
1	Entrée 2	Entrée 2
2	Entrée 4	Entrée 4
3	Entrée 8	Entrée 8
4	Point décimal	Commande effacement
5	Validation stockage	Validation stockage
6	Masse	Masse
7	V_{CC}	V_{CC}
8	Entrée 1	Entrée 1

Notes :

1. Les dimensions sont en mm (pouces).
2. Sauf indications contraires, la tolérance de toutes les dimensions est ± 0,38 mm.
3. La ligne de référence du chiffre est ± 0,25 mm à partir de la ligne de référence du boîtier.
4. Les conducteurs sont en alliage cuivre-plaqué or.
5. Code couleur pour la série HDSP-088X.

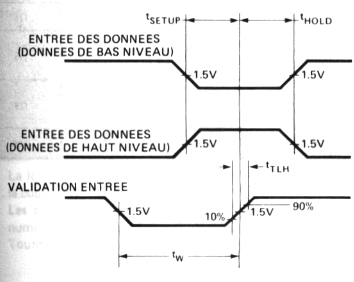


FIGURE 1 – Schéma de synchronisation

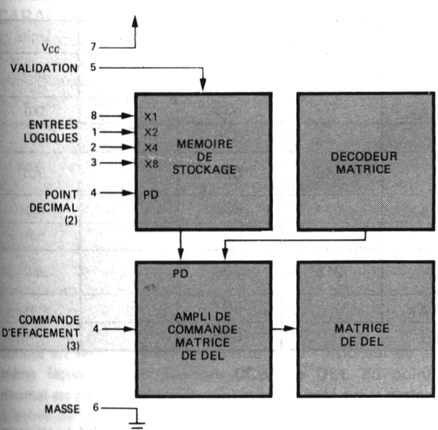


FIGURE 2 – Synoptique logique

TABLE DE VERITE					
DONNEES DCB (1)				NUMERIQUE	HEXA DECIMAL
X_8	X_4	X_2	X_1		
L	L	L	L	0	0
L	L	L	H	1	1
L	L	H	L	2	2
L	L	H	H	3	3
L	H	L	L	4	4
L	H	L	H	5	5
L	H	H	L	6	6
L	H	H	H	7	7
H	L	L	L	8	8
H	L	L	H	9	9
H	L	H	L	8	A
H	L	H	H	EFFACEMENT	B
H	H	L	L	EFFACEMENT	C
H	H	L	H	-	D
H	H	H	L	EFFACEMENT	E
H	H	H	H	EFFACEMENT	F
POINT DECIMAL (2)				ECLAIRE	V_{DP} = L
				NON ECLAIRE	V_{DP} = H
VALIDATION (1)				CHARGEMENT DONNEES	V_E = L
				STOCKAGE DONNEES	V_E = H
EFFACEMENT (3)				AFFICHEUR ECLAIRE	V_B = L
				AFFICHEUR ETEINT	V_B = H

Notes :

1. H = état logique haut; L = état logique bas. Lorsque l'entrée de validation est à l'état logique haut, les variations des niveaux logiques d'entrées DCB sont sans effet sur la mémoire de l'afficheur, sur le caractère affiché ou sur le point décimal.
2. L'entrée point décimal existe seulement sur les afficheurs numériques.
3. L'entrée B du contrôle d'effacement existe seulement sur les afficheurs hexadécimaux. La commande d'effacement est sans effet sur le contenu de la mémoire.

Valeurs limites absolues

Description	Symbole	Min.	Max.	Unité
Température de stockage, ambiante	T_S	– 65	+ 125	°C
Température de fonctionnement, ambiante (1)	T_A	– 55	+ 100	°C
Tension d'alimentation (2)	V_{CC}	– 0,5	+ 7	V
Tension appliquée aux broches de validation, du point décimal et de la logique d'entrée	V_I, V_{DP}, V_E	– 0,5	V_{CC}	V
Tension appliquée à l'entrée d'effacement (2)	V_B	– 0,5	V_{CC}	V
Température maximale de soudage à 1,59 mm du plan de base; $t \leqslant 5$ s			260	°C

Conditions de fonctionnement recommandées

Description	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité
Tension d'alimentation (2)	V_{CC}	4,5	5	5,5	V
Température de fonctionnement, ambiante (1)	T_A	– 55		+ 100	°C
Largeur des impulsions de validation	t_W	100			ns
Temps pendant lequel les données doivent être conservées avant une transition positive sur la ligne de validation	t_{SETUP}	50			ns
Temps pendant lequel les données doivent être conservées après une transition positive sur la ligne de validation	t_{HOLD}	50			ns
Temps de montée des impulsions de validation	t_{TLH}			1	ms

Caractéristiques optiques ($T_A = 25°C$, $V_{CC} = 5$ V)

Références	Description	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité
Série HDSP-078X	Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre) (3, 4)	I_V	65	140		µcd
	Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}		635		nm
	Longueur d'onde dominante (5)	λ_d		626		nm
Série HDSP-079X	Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre) (3, 4)	I_V	260	620		µcd
	Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}		635		nm
	Longueur d'onde dominante (5)	λ_d		626		nm
Série HDSP-088X	Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre) (3, 4)	I_V	215	490		µcd
	Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}		583		nm
	Longueur d'onde dominante (5, 6)	λ_d		585		nm

Notes :

1. La résistance thermique nominale d'un afficheur monté sur une embase soudée sur une carte est $R\theta_{JA} = 50°C/W$/dispositif. La résistance thermique du boîtier du dispositif est $R\theta_{J\text{-}PIN} = 15°C/W$/dispositif. La résistance thermique du dispositif entre broche et ambiance par la carte ne doit pas dépasser 35°C/W/dispositif à $T_A = +100°C$ pour que la fiabilité soit conservée.
2. Les valeurs de tension sont mesurées par rapport à la masse du dispositif, broche 6.
3. Ces afficheurs sont repérés par intensité lumineuse, la catégorie d'intensité étant désignée par une lettre code inscrite à l'arrière du boîtier de l'afficheur. La température du boîtier de l'afficheur immédiatement avant la mesure de la lumière est de 25°C.

Caractéristiques électriques

(T_A = – 55°C à + 100°C, sauf spécifications contraires)

Description		Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.(7)	Max.	Unité
Courant d'alimentation	Série HDSP-078X	I_{CC}	V_{CC} = 5,5 V (point décimal et chiffres éclairés)		78	105	mA
	Série HDSP-079X Série HDSP-088X				120	175	
Dissipation	Série HDSP-078X	P_T	V_{CC} = 5,5 V (point décimal et chiffres éclairés		390	573	mW
	Série HDSP-079X Série HDSP-088X				690	963	
Tension d'entrée logique, niveau bas, d'effacement, de validation		V_{IL}	V_{CC} = 4,5 V			0,8	V
Tension d'entrée logique, niveau haut, de validation		V_{IH}		2			V
Tension d'effacement; affichage effacé		V_{BH}		2,3			V
Courant d'entrée logique, niveau bas, de validation		I_{IL}	V_{CC} = 5,5 V			– 1,6	mA
Courant d'entrée, niveau bas, d'effacement		I_{BL}	V_{IL} = 0,4 V			– 10	µA
Courant d'entrée logique, niveau haut, d'effacement, de validation		I_{IH}	V_{CC} = 5,5 V V_{IH} = 2,4 V			+ 40	µA
Poids					1		g
Taux de fuite						5×10^{-8}	cc/s

Notes :

4. L'intensité lumineuse à une température opératoire ambiante spécifique, I_V (T_A), peut être calculée de façon approximative à l'aide de l'équation exponentielle suivante :

$$I_V (T_A) = I_V (25°C)\, e^{[\, k (T_A - 25°C)\,]}$$

Référence	k
Série HDSP-078X Série HDSP-079X	– 0,0131/°C
Série HDSP-088X	– 0,0112/°C

5. La longueur d'onde dominante, λ_d, est directement issue du diagramme chromatique du CIE et représente la longueur d'onde qui définit la couleur de façon précise.
6. Les afficheurs de la série HDSP-088X sont répertoriés selon la longueur d'onde dominante, la catégorie étant précisée par une valeur numérique inscrite au dos du boîtier de l'afficheur.
7. Toutes les valeurs typiques sont à V_{CC} = 5 V et T_A = 25°C.

Conditions de fonctionnement

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Ces afficheurs sont constitués d'une matrice modifiée de 4x7 diodes électroluminescentes qui permet d'afficher des informations numériques, décimales ou hexadécimales. Les DEL jaunes et rouges haut rendement sont composées d'une couche épitaxiale de GaAsP sur un substrat transparent GaP. Les DEL sont commandées par des étages pilotes à courant constant, les informations DCB sont acceptées par la mémoire de l'afficheur lorsque la ligne de validation est à l'état logique bas et les données verrouillées lorsque la validation est à l'état logique haut. L'utilisation de la largeur des impulsions de validation ainsi que des temps d'établissement et de maintien des données figurant dans les conditions de fonctionnement recommandées permet de synchroniser les données dans une série d'afficheurs au taux de 6,7 MHz.

L'entrée du point décimal est active à l'état vrai bas et cette donnée est verrouillée dans la mémoire de l'afficheur de la même façon que les données DCB. La DEL du point décimal est pilotée par un circuit intégré monté sur la carte.

L'entrée de la commande d'effacement des afficheurs hexadécimaux efface les informations affichées sans modifier le contenu de la mémoire de l'afficheur. L'afficheur est effacé à un seuil minimum de 2 V. Lorsque l'afficheur est effacé, sa puissance dissipée est de 250 mW (valeur nominale) à T_A = 25°C.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Ces afficheurs sont hermétiquement scellés et destinés à être utilisés dans les environnements exigeant des dispositifs de grande fiabilité. Ils sont conçus et réalisés pour supporter des fuites à l'hélium de 5×10^{-8} cm^3/s.

Ces afficheurs peuvent être montés sur un support de circuit intégré ou soudés sur une carte. L'écartement de conducteur à conducteur est de 2,54 mm et l'écartement des séries de conducteurs est de 15,24 mm. Ces afficheurs peuvent être alignés avec un entraxe de 2,54 mm entre broches extrêmes d'afficheurs adjacents. Des supports comme le modèle Augat 324-AG2D (3 chiffres) ou Augat 508-AG8D (1 chiffre, montage à angle droit) peuvent être utilisés.

Le circuit thermique principal de dissipation se fait par les broches. Il est donc nécessaire, pour avoir un fonctionnement fiable jusqu'à une température ambiante de + 70°C, de maintenir la résistance thermique boîtier-ambiance à une valeur inférieure à 35°C/W/afficheur, mesure faite à la broche 3.

Le nettoyage après soudure peut être réalisé à l'eau, avec un mélange Fréon-alcool formulé pour nettoyage à la vapeur (jusqu'à 2 mn à la température d'ébullition) ou avec un mélange Fréon-alcool formulé pour nettoyage à la température ambiante. Solvants préconisés : Fréon TF, Fréon

TE, Genesolv DI-15, Genesolv DE-15.

PRECONDITIONNEMENT

Ces afficheurs subissent à 100% un préconditionnement de 24 heures à 125°C.

AMELIORATION DU CONTRASTE

Ces afficheurs ont été conçus pour donner le meilleur contraste possible éteint/allumé lorsqu'ils sont disposés derrière un filtre de contraste approprié. Filtres préconisés :

ROUGE HAUT RENDEMENT

Panelgraphic rouge écarlate 65
SGL Homalite H100-1670
3M, filtre à volets R6310

JAUNE

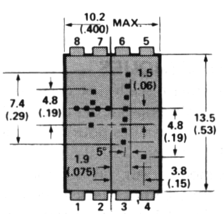
Panelgraphic jaune 27
SGL Homalite H100-1720
3M, filtre à volets A5910

Dans de nombreuses applications, un filtre gris de densité neutre fait en plastique, en verre ou à polariseur circulaire, permet d'obtenir l'amélioration requise du contraste. Les filtres plastiques gris à densité neutre préconisés sont Panelgraphic gris 10, SGL Homalite H100-1266 ou 3 M N0220. Le filtre SUNGARD à polarisation circulaire/verre de Optical Coating Laboratory, Inc. ou le filtre HNCP10 de Polaroid assurent une excellente amélioration du contraste dans les ambiances très éclairées.

Caractère de dépassement

Les dispositifs de dépassement affichent «± 1» et le point décimal. La hauteur du caractère et la configuration du boîtier sont les mêmes que ceux des afficheurs numériques et hexadécimaux. La sélection du caractère exige l'intervention de résistances limitatrices de courant et de transistors de commutation extérieurs.

Dimensions



FACE AVANT C

Note :
1. Dimensions en mm et (pouces).

Broche	Fonction
1	Plus
2	Chiffre 1
3	Chiffre 1
4	Point décimal
5	Ouvert
6	Ouvert
7	V_{CC}
8	Moins/Plus

Signe	Broche			
	1	2, 3	4	8
+	1	X	X	1
–	0	X	X	1
1	X	1	X	X
Point décimal	X	X	1	X
Blanc	0	0	0	0

Notes :
0 : transistor de commutation de ligne de la figure 3 bloqué.
1 : transistor de commutation de ligne de la figure 3 saturé.
X : «indifférent».

Limites absolues de fonctionnement

Description	Symbole	Min.	Max.	Unité
Température de stockage, ambiante	T_S	– 65	+ 125	°C
Température de fonctionnement, ambiante	T_A	– 55	+ 100	°C
Courant direct par DEL	I_F		10	mA
Tension inverse par DEL	V_R		5	V

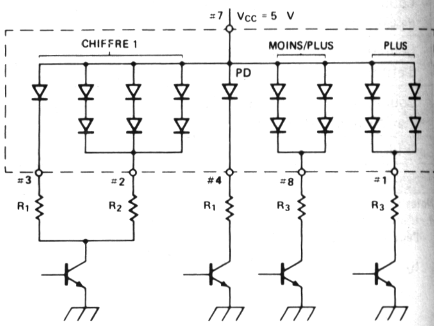


FIGURE 3 – Circuit de commande typique

Conditions de fonctionnement recommandées $V_{CC} = 5$ V

Afficheur	Courant direct par DEL mA	Valeur de la résistance		
		R_1	R_2	R_3
HDSP-0783 : Faible consommation	2,3	1300	200	300
Forte luminosité	8	360	47	68
HDSP-0883	8	360	36	56

Intensité lumineuse par DEL (moyenne par caractère) à $T_A = 25$°C

Référence	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Unité
HDSP-0783	$I_F = 2{,}3$ mA	65	140	µcd
	$I_F = 8$ mA		620	µcd
HDSP-0883	$I_F = 8$ mA	215	490	µcd

Caractéristiques électriques

($T_A = -55°C$ à $+100°C$, sauf spécifications contraires)

Référence	Description	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
HDSP-0783	Puissance dissipée (toutes DEL allumées)	P_T	$I_F = 2{,}8$ mA		72		mW
			$I_F = 8$ mA		224	282	
	Tension directe par DEL	V_F	$I_F = 2{,}8$ mA		1,6		V
			$I_F = 8$ mA		1,75	2,2	
HDSP-0883	Puissance dissipée (toutes DEL allumées)	P_T	$I_F = 8$ mA		237	282	mW
	Tension directe par DEL	V_F			1,90	2,2	V

Contrôle de fiabilité

Il existe deux programmes standard de contrôle de la fiabilité. Le programme TXVB est conforme au niveau de qualité A de la norme MIL-D-87157 pour les afficheurs hermétiques testés à 100%. Un produit TXVB est testé conformément aux indications des tableaux I, II, IIIa et IVa. Un deuxième programme est constitué par une modification HP du programme complet de conformité; il comporte la partie essai à 100% du niveau A, tableau I et du groupe A, tableau II.

DESIGNATION DES AFFICHEURS

Produit standard	Avec tableaux I et II	Avec tableaux II, IIIa, IVa
HDSP-078X	HDSP-078XTXV	HDSP-078XTXVB
HDSP-079X	HDSP-079XTXV	HDSP-078XTXVB
HDSP-088X	HDSP-088XTXV	HDSP-088XTXVB

Tests à 100%

TABLEAU I
NIVEAU DE QUALITE A DE LA NORME MIL-D-87157

Examen ou Essai	Méthode MIL-D-750	Conditions
1. Examen visuel interne	–	Procédure HP 5956-7572-52
2. Stockage à haute température	1032	$T_A = 125°C$ pendant 24 h
3. Cycle de température	1051	Condition B, 10 cycles, 15 mn. Stabilisation
4. Accélération constante	2006	10 000 G dans le sens Y_1
5. Test de fuite	1071	Condition H
6. Test de grosse fuite	1071	Condition C
7. Essais électriques/optiques intérimaires (2)	–	I_V, I_{CC}, I_{BL}, I_{BH}, I_{EL}, I_{EH}, I_{IL} et I_{IH} et fonction visuelle, $T_A = 25°C$
8. Déverminage (1, 3)	1015	Condition B à $V_{CC} = 5$ V et cycle logique de 1 caractère par seconde $T_A = 100°C$ pendant 160 h
9. Essai électrique final (2)	–	Comme l'étape 7
10. Détermination des deltas	–	$\Delta I_V = -20\%$, $\Delta I_{CC} = \pm 10$ mA, $\Delta I_{IH} = \pm 10\ \mu A$ et $\Delta I_{EH} = \pm 13\ \mu A$
11. Examen visuel externe (1)	2009	

Notes :
1. La méthode d'essai de la norme MIL-STD-883 s'applique.
2. Les limites et conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques.
3. Le déverminage des afficheurs utilisera la condition B avec une valeur nominale $I_F = 8$ mA avec «+ 1» éclairé pendant 160 heures.

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

TABLEAU II
ESSAIS ELECTRIQUES DU GROUPE A – MIL-D-87157

Examen ou Essai	Paramètres	LTPD
Sous-groupe 1 Essais électriques en CC à 25°C (1)	I_V, I_{CC}, I_{BL}, I_{BH}, I_{EL}, I_{EH}, I_{IL} et I_{IH} et fonction visuelle, $T_A = 25°C$	5
Sous-groupe 2 Essais électriques en CC à haute température (1)	Comme le sous-groupe 1 avec suppression de I_V et fonction visuelle, $T_A = +100°C$	7
Sous-groupe 3 Essais électriques en CC à basse température (1)	Comme le sous-groupe 1 avec suppression de I_V et fonction visuelle, $T_A = -55°C$	7
Sous-groupes 4, 5 et 6 non testés		
Sous-groupe 7 Essais optiques et fonctionnels à 25°C	Vérifiés par le sous-groupe 1	5
Sous-groupe 8 Examen visuel externe		7

Note :
1. Les limites et conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques.

TABLEAU IIIa
GROUPE B, CLASSES A ET B DE LA NORME MIL-D-87157

Examen ou Essai	Méthode MIL-STD-750	Conditions	Echantillon
Sous-groupe 1 Résistance aux solvants	1022		4 afficheurs/ 0 rejet
Examen visuel interne et mécanique (3)	2014		1 afficheur/ 0 rejet
Sous-groupe 2 (1, 2) Soudabilité	2026	$T_A = 260°C$ pendant 5 s	LTPD = 15
Sous-groupe 3 Choc thermique (cycle de température)	1051	Condition B, 10 cycles, 15 mn stabilisation	LTPD = 15
Résistance à l'humidité	1021		
Test de fuite	1071	Condition H	
Test de grosse fuite	1071	Condition C	
Points extrêmes électriques/ optiques (4)	–	I_V, I_{CC}, I_{BL}, I_{BH}, I_{EL}, I_{EH}, I_{IL}, I_{IH} et fonction visuelle, $T_A = 25°C$	
Sous-groupe 4 Essai de durée de vie (340 h) (5)	1027	$T_A = +100°C$ à $V_{CC} = 5$ V et cycle logique de 1 caractère par seconde	LTPD = 10
Points extrêmes électriques/ optiques (4)	–	Comme le sous-groupe 3	
Sous-groupe 5 Durée de vie hors fonctionnement (stockage) (340 h)	1032	$T_A = +125°C$	LTPD = 10
Points extrêmes électriques/ optiques (4)	–	Comme le sous-groupe 3	

Notes :
1. Lorsque des essais électriques/optiques ne sont pas requis comme points extrêmes, des rejets électriques peuvent être utilisés.
2. LTPD s'applique au nombre de conducteurs examinés mais on ne pourra en aucun cas utiliser moins de trois afficheurs pour obtenir le nombre de conducteurs requis.
3. Les méthodes de la norme MIL-STD-883 s'appliquent.
4. Les limites et les conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques.
5. Le déverminage des afficheurs utilisera la condition B avec une valeur nominale $I_F = 8$ mA avec «+ 1» éclairé pendant 160 heures.

TABLEAU IVa
GROUPE C, CLASSES A ET B DE LA NORME MIL-D-87157

Examen ou Essai	Méthode MIL-STD-750	Conditions	Echantillon
Sous-groupe 1			
Dimensions	2066		2 afficheurs/ 0 rejet
Sous-groupe 2 (2, 7)			
Intégrité des conducteurs	2004	Condition B2	LTPD = 15
Test de fuite	1071	Condition H	
Test de grosse fuite	1071	Condition C	
Sous-groupe 3			
Chocs	2016	1500 G pendant 0,5 ms, 5 impulsions dans chacun des sens X_1, Y_1 et Y_2	LTPD = 15
Vibrations, fréquence variable	2056		
Accélération constante	2006	10 000 G dans le sens Y_1	
Examen visuel externe (4)	1010 ou 1011		
Points extrêmes électriques/ optiques (8)	–	I_V, I_{CC}, I_{BL}, I_{BH}, I_{EL}, I_{EH}, I_{IL}, I_{IH} et fonction visuelle, $T_A = 25°C$	
Sous-groupe 4 (1, 3)			
Atmosphère saline	1041		LTPD = 15
Examen visuel externe (4)	1010 ou 1011		
Sous-groupe 5			
Tenue des broches (5)	2037	Condition A	LTPD = 20 (C = 0)
Sous-groupe 6			
Test de durée de vie en régime permanent (6)	1026	$T_A = +100°C$	$\lambda = 10$
Points extrêmes électriques/ optiques (8)	–	Comme le sous-groupe 3	

Notes :
1. Lorsque les essais électriques/optiques ne sont pas requis comme points extrêmes, des rejets électriques peuvent être utilisés.
2. LTDP s'applique au nombre de conducteurs examinés mais on ne pourra en aucun cas utiliser moins de trois afficheurs pour obtenir le nombre de conducteurs requis.
3. L'utilisation d'échantillons de soudabilité est interdite.
4. Les exigences visuelles seront conformes aux dispositions de la méthode 1010 ou 1011 de la norme MIL-STD-883.
5. Les afficheurs peuvent être sélectionnés avant le scellement.
6. Si un lot d'inspection déterminé soumis à une inspection groupe B a été sélectionné pour répondre aux exigences d'inspection du groupe C, les essais de durée de vie de 340 heures peuvent être poursuivis juqu'à 1000 heures pour satisfaire aux exigences des essais de durée de vie du groupe C. Dans ces cas, les mesures au point extrême 340 heures deviendront la base de l'acceptation du lot en groupe B ou de l'acceptation en groupe B et groupe C si la mesure au point extrême est de 1000 heures.
7. La méthode de test de la norme MIL-STD-883 s'applique.
8. Les limites et les conditions sont conformes aux caractéristiques électriques et optiques.

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

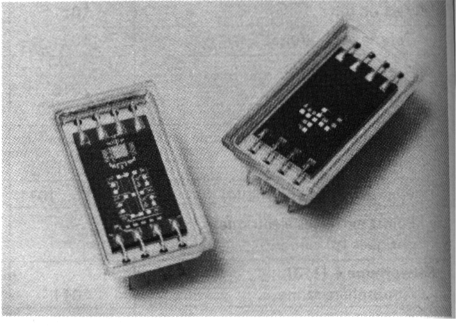
AFFICHEURS NUMÉRIQUES A SEMI-CONDUCTEURS

5082-7010
5082-7011

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **ROBUSTES ET RESISTANTS AUX CHOCS**
- **ENTREES DCB POUR ETAGE-PILOTE/ DECODEUR**
- **COMPATIBLE TTL/DTL**
- **ECLAIREMENT REGLABLE**
- **CARACTERES A MATRICE DE DEL 5x7**



Description

Les afficheurs numériques à semi-conducteurs équipés d'un étage-pilote/décodeur intégré permettent d'afficher des chiffres de 6,8 mm dans des environnements industriels difficiles ou dans un environnement militaire. Les applications typiques sont les équipements au sol, embarqués dans des avions ou des navires, les systèmes anti-incendie, l'instrumentation médicale et les systèmes de vol dans l'espace.

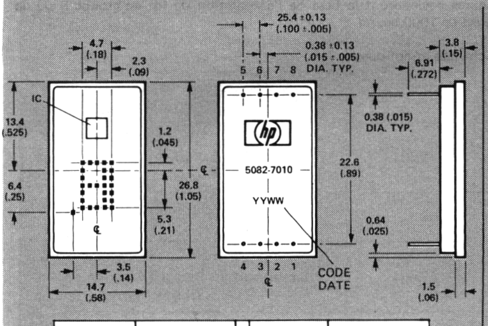
L'afficheur 5082-7010 est un afficheur à matrice modifiée 5x7 qui éclaire un chiffre compris entre 0 et 9 lorsqu'il reçoit un code DCB. Le code DCB est en logique négative, des blancs étant affichés en présence de codes interdits. Un point décimal à gauche est inclus, sa limitation en courant doit être faite en externe.

L'afficheur 5082-7011 est un signe plus/moins associé présenté dans le même type de boîtier. L'affichage du signe plus/moins exige seulement qu'une tension soit appliquée aux deux broches d'entrée.

Les deux afficheurs permettent de régler l'éclairement en agissant sur la tension continue de commande ou en modulant la durée des impulsions de la tension des DEL.

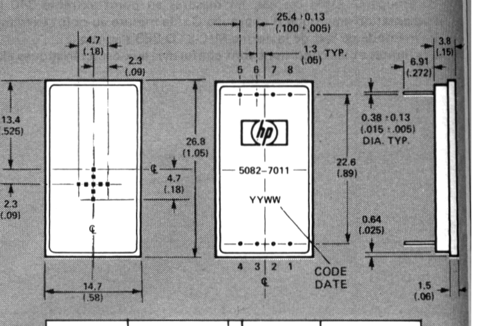
Dimensions

5082-7010



BROCHE	FONCTION	BROCHE	FONCTION
1	Entrée 1	5	Entrée 4
2	V_{PD}	6	Masse
3	V_{DEL}	7	V_{CC}
4	Entrée 8	8	Entrée 2

5082-7011



BROCHE	FONCTION	BROCHE	FONCTION
1	NC	5	NC
2	NC	6	Masse
3	Plus	7	Moins/Plus
4	NC	8	NC

Notes : 1. Sauf indication contraire, la tolérance de toutes les dimensions est ±0,38 mm.
2. Toutes les dimensions sont en mm et (pouces).
3. Le boîtier et les broches de montage sont en Kovar et étamé.

Valeurs limites absolues

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité
Température de stockage, ambiante	T_S	– 65	+ 100	°C
Température de fonctionnement, boîtier	T_C	– 55	+ 95	°C
Tension d'alimentation logique par rapport à la masse	V_{CC}	– 0,5	+ 7	V
Tension d'entrée logique	V_I	– 0,5	+ 5,5	V
Tension d'alimentation des DEL par rapport à la masse	V_{DEL} (1)	– 0,5	+ 5,5	V
Courant du point décimal	I_{DP}		– 10	mA

Note : 1. Au-dessus de $T_C = 65°C$, il faut opérer une réduction de V_{DEL} en suivant les indications de la courbe de la figure 10.

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité
Tension d'alimentation logique	V_{CC}	4,5	5	5,5	V
Tension d'alimentation des DEL, afficheur éteint	V_{DEL}	– 0,5	0	+ 1	V
Tension d'alimentation des DEL, afficheur allumé	V_{DEL}	3	4,2	5,5	V
Courant du point décimal	I_{DP} (2)	0	– 5	– 10	mA
Tension d'entrée logique, état «H»	V_{IH}	2		5,5	V
Tension d'entrée logique, état «L»	V_{IL}	0		0,8	V

Note : 2. Le courant du point décimal doit être limité par un dispositif externe. Voir les informations sur les applications.

Caractéristiques électriques et optiques

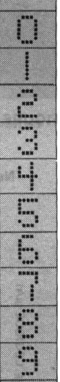
Température du boîtier, T_C = 0°C à 70°C, sauf spécifications contraires

Description	Symbole	Conditions de mesure		Min.	Typ.(4)	Max.	Unité
Courant d'alimentation logique	I_{CC}	$V_{CC} = 5,5$ V			45	75	mA
Courant d'alimentation des DEL	I_{DEL} (3) (5)	V_{CC}	V_{DEL}				mA
		5,5 V	5,5 V		255	350	
		5,5 V	4,2 V		170	235	
		5,5 V	3,5 V		125		
Courant d'entrée logique, état «H» (chaque entrée)	I_{IH}	$V_{CC} = 5,5$ V, $V_{IH} = 2,4$ V				100	μA
Courant d'entrée logique, état «L» (chaque entrée)	I_{IL}	$V_{CC} = 5,5$ V, $V_{IL} = 0,4$ V				– 1,6	mA
Chute de tension du point décimal	$V_{DEL} - V_{DP}$	$I_{DP} = -10$ mA			1,6	2	V
Puissance dissipée	P_T (3) (5)	V_{CC}	V_{DEL}				W
		5,5 V	5,5 V		1,7	2,3	
		5,5 V	4,2 V		1	1,4	
		5,5 V	3,5 V		0,7		
Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre)	I_v	V_{DEL}	T_C				μcd
		5,5 V	25°C	60	115		
		4,2 V	25°C	40	80		
		3,5 V	25°C		50		
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}				655		nm
Demi-longueur spectrale	$\Delta\lambda_{1/2}$				30		nm
Poids					4,9		g

Notes : 3. Chiffre 8 éclairé.
4. Toutes les valeurs typiques à $T_C = 25°C$.
5. $T_C = 0°C$ à 65°C pour $V_{DEL} = 5,5$ V.

Table de vérité

Chiffre	Données X8	X4	X2	X1
0	H	H	H	H
1	H	H	H	L
2	H	H	L	H
3	H	H	L	L
4	H	L	H	H
5	H	L	H	L
6	H	L	L	H
7	H	L	L	L
8	L	H	H	H
9	L	H	H	L
Blanc	L	H	L	H
Blanc	L	H	L	L
Blanc	L	L	H	H
Blanc	L	L	H	L
Blanc	L	L	L	H
Blanc	L	L	L	L



$V_{IL} = 0$ V à 0,8 V
$V_{IH} = 2$ V à 5,5 V

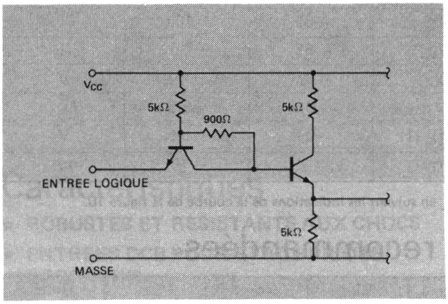


FIGURE 1 — Circuit équivalent de l'entrée du décodeur 5082-7010
Note : le boîtier métallique de l'afficheur est isolé par rapport à la broche de masse 6

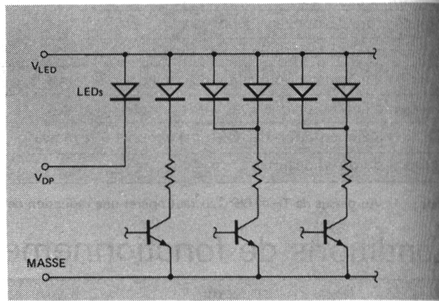


FIGURE 2 — Circuit équivalent du 5082-7010 tel qu'il apparaît pour les lignes de commande du point décimal et des DEL

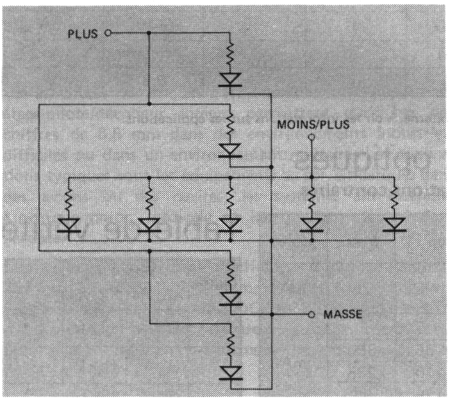


FIGURE 3 — Circuit équivalent du signe Plus/Moins du dispositif 5082-7011. Toutes les résistances ont une valeur typique de 345 Ω
Note : le boîtier métallique de l'afficheur est isolé par rapport à la broche de masse 6

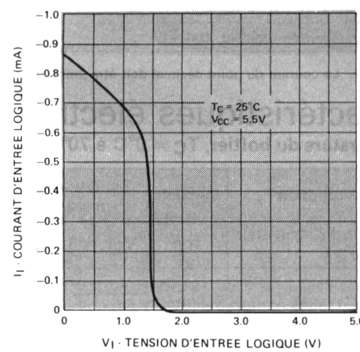


FIGURE 4 — Courant d'entrée en fonction de la tension d'entrée; la courbe représente chaque entrée

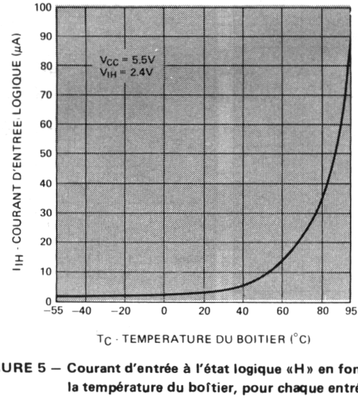


FIGURE 5 — Courant d'entrée à l'état logique «H» en fonction de la température du boîtier, pour chaque entrée

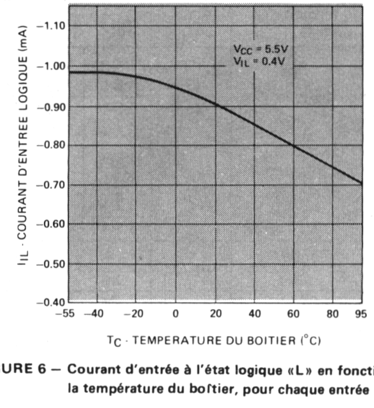


FIGURE 6 — Courant d'entrée à l'état logique «L» en fonction de la température du boîtier, pour chaque entrée

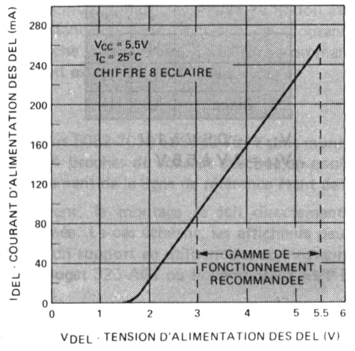


FIGURE 7 — Courant d'alimentation des DEL en fonction de la tension d'alimentation des DEL

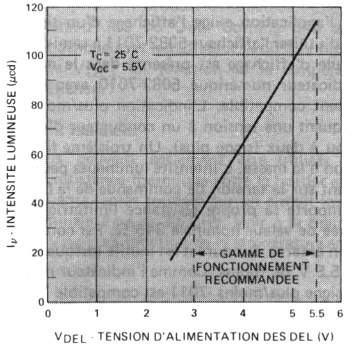


FIGURE 8 — Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre) en fonction de la tension d'alimentation des DEL

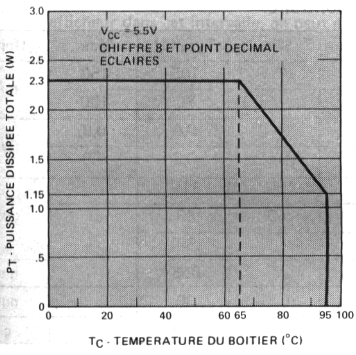


FIGURE 9 — Diminution maximale de la puissance en fonction de la température du boîtier

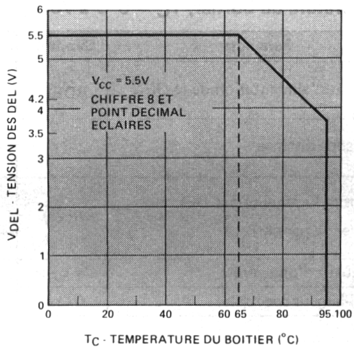


FIGURE 10 — Diminution de la tension des DEL en fonction de la température du boîtier

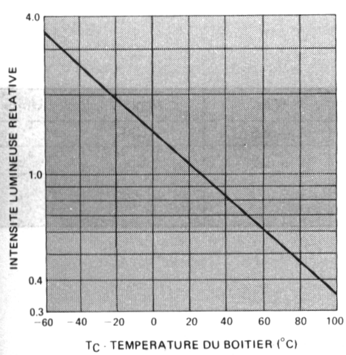


FIGURE 11 — Intensité lumineuse relative en fonction de la température du boîtier pour un niveau de courant fixe

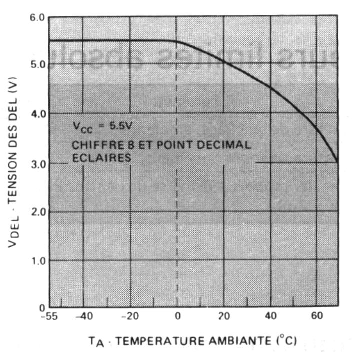


FIGURE 12 — Réduction de la tension des DEL en fonction de la température ambiante, afficheur soudé sur une carte mais sans radiateur

Signe plus/moins à semi-conducteurs

Lorsque l'application exige l'affichage d'un signe ±, il est possible d'utiliser l'afficheur 5082-7011 à semi-conducteurs. Ce module d'affichage est présenté dans le même boîtier que l'indicateur numérique 5082-7010 avec lequel il est entièrement compatible. L'indication plus/moins s'obtient en appliquant une tension à un conducteur d'entrée (signe moins) ou à deux (signe plus). Un troisième fil permet une connexion à la masse. L'intensité lumineuse peut être réglée en agissant sur la tension de commande de la DEL. Chaque DEL comporte sa propre résistance limitatrice de courant incorporée de valeur nominale 345 Ω. Par conséquent, une limitation externe du courant est inutile lorsque des tensions sont de 5,5 V ou moins. Comme l'indicateur numérique, le module signe plus/moins -7011 est compatible TTL/DTL.

Table de vérité

Caractère	Broche	
	3	7
+	H	H
–	L	H
Blanc	L	L

V_L = – 0,5 V à 1 V
V_H = 3 V à 5,5 V

Caractéristiques électriques et optiques

Température du boîtier, T_C = 0°C à 70°C, sauf spécifications contraires

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ. (1)	Max.	Unité
Courant d'alimentation de la DEL	I_{DEL}	V_{DEL} = 5,5 V		105	150	mA
		V_{DEL} = 4,2 V		70	100	
Puissance dissipée	P_T	V_{DEL} = 5,5 V		0,6	0,9	W
		V_{DEL} = 4,2 V		0,3	0,6	
Intensité lumineuse par DEL (moyenne par chiffre)	I_ν (2)	V_{DEL} = 5,5 V	60	115		µcd
		V_{DEL} = 4,2 V	40	80		
		V_{DEL} = 3,5 V		50		
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			655		nm
Demi-largeur spectrale	$\Delta\lambda_{1/2}$			30		nm
Poids				4,9		g

Notes : 1. Toutes les valeurs typiques sont à T_C = 25°C.
2. A T_C = 25°C.

Valeurs limites absolues

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité
Température de stockage, ambiante	T_S	– 65	+ 100	°C
Température de fonctionnement, boîtier	T_C	– 55	+ 95	°C
Potentiel par rapport à la masse de l'entrée Plus, signe Plus/Moins	V_{DEL}	– 0,5	5,5	V

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symbole	Min.	Nom.	Max.	Unité
Tension d'alimentation des DEL, afficheur éteint	V_{DEL}	– 0,5	0	1	V
Tension d'alimentation des DEL, afficheur allumé	V_{DEL}	3	4,2	5,5	V

Applications

Résistance limitatrice du point décimal

Le point décimal de l'afficheur 5082-7010 doit être associé à une résistance externe limitatrice du courant, insérée entre la broche 2 et la masse. La valeur recommandée pour ce composant est de 220 Ω, 1/4 W.

Montage

Les afficheurs 5082-7010 et 5082-7011 sont munis de deux rangées de 4 broches de contact chacune en configuration DIP, l'espacement de la ligne de référence étant de 2,26 mm.

Habituellement, le montage se fait directement sur une carte imprimée. Le cas échéant, les afficheurs peuvent être montés sur un support en utilisant des connecteurs tels que le modèle Augat 325-AGI ou le composant AMP 583773-1 ou 583774-1.

Utilisation d'un radiateur

La température optimale de fonctionnement du boîtier de l'afficheur 5082-7010 et 5082-7011 est dans l'intervalle entre 0°C et 70°C, la mesure étant faite sur la face arrière. Pour maintenir la température de fonctionnement du boîtier de l'afficheur dans cet intervalle, on peut monter ce dernier sur un circuit imprimé à âme métallique ou sur un radiateur approprié. Un produit conducteur de la chaleur comme Wakefield 120 ou Dow Corning 340 peut être utilisé entre l'afficheur et le radiateur. Voir à la figure 10 la diminution de V_{DEL} en fonction de la température du boîtier de l'afficheur.

Utilisation sans radiateur

Ces afficheurs peuvent également être utilisés sans un radiateur. La résistance thermique entre le boîtier et la température ambiante, après soudage sur un circuit imprimé, a la valeur nominale $\theta_{CA} = 30°C/W$. Voir à la figure 12, la réduction de V_{DEL} en fonction de la température ambiante.

Nettoyage

Le nettoyage après soudage peut être réalisé à l'eau, au mélange Fréon-alcool pour le nettoyage à la vapeur (2 mn maximum à la température d'ébullition) ou au mélange Fréon-alcool pour le nettoyage à la température ambiante. Solvants préconisés : Fréon TF, Fréon TE, Genesolv DI-15, Genesolv DE-15.

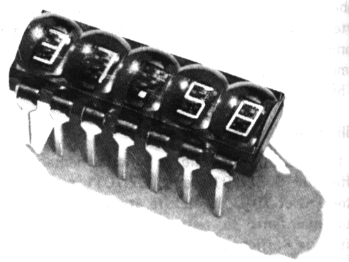
AFFICHEURS NUMÉRIQUES MONOLITHIQUES 7 SEGMENTS A DEL

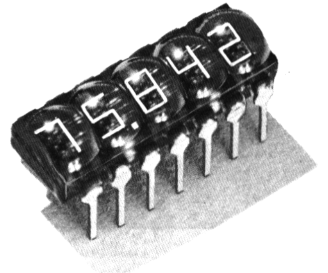
SERIES 5082-7400, -7430

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **BOITIERS COMPACTS DE FAIBLES DIMENSIONS**
  Largeur : 6,35 mm
  Espacement des caractères : 3,81 ou 5,08 mm
- **FONCTIONNEMENT EN MULTIPLEXAGE**
  Interconnexions simplifiées
- **BOITIERS DIP STANDARD**
  Alignables
  Filtre de contraste rouge intégré
  Très robustes
- **COMPATIBLES CIRCUITS INTEGRES**
- **CLASSEMENT PAR INTENSITE LUMINEUSE**
  Assure l'homogénéité lumineuse des afficheurs



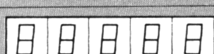


Description

Les afficheurs numériques de la série 5082-7400, -7430 de 2,79 mm sont constitués par 2, 3, 4 ou 5 chiffres à sept segments au GaAsP, montés en boîtiers alignables. Les chiffres sont agrandis par un système de lentilles intégrées qui amplifient l'intensité lumineuse et permettent une consommation extrêmement faible. Deux options sont possibles : point décimal à droite ou point décimal centré, ceci assurant une meilleure lisibilité lorsque plusieurs boîtiers sont alignés.

On peut noter, parmi les applications possibles, les calculateurs de poche, les instruments portables, les thermomètres numériques et, en général, tous les appareils exigeant une faible consommation, des afficheurs fiables et peu encombrants, au moindre coût.

Modèles

Nombre de chiffres	Configuration		Références	
	Type	Espacement des caractères	Point décimal centré	Point décimal à droite
2 (justifiés à droite)		5,08 mm		5082-7432
3 (justifiés à gauche)		5,08 mm		5082-7433
4		3,81 mm	5082-7404	5082-7414
5		3,81 mm	5082-7405	5082-7415

Valeurs limites absolues

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité
Courant direct crête par segment ou point décimal (durée < 1 ms) 5082-7404, -7405, 7414, -7415	I_{PEAK}		110	mA
Courant direct crête par segment ou point décimal (durée < 500 µs) 5082-7432, -7433	I_{PEAK}		50	mA
Courant moyen par segment ou point décimal	I_{AVG}		5	mA
Dissipation par chiffre (1)	P_D		80	mW
Température ambiante de fonctionnement	T_A	– 40	75	°C
Température de stockage	T_S	– 40	100	°C
Tension inverse	V_R		5	V
Température de soudage (à 1,6 mm du boîtier) (t ⩽ 3 s) (2)			230	°C

Notes :
1. Varie linéairement de 1 mW/ °C au-dessus de 25°C (température ambiante)
2. Les solvants recommandés sont indiqués au paragraphe «Caractéristiques mécaniques»

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment ou point décimal (3, 4) 5082-7432, -7433	I_V	$I_{AVG} = 500\ \mu A$ ($I_{PK} = 5$ mA rapport cyclique = 10%)	10	40		µcd
Intensité lumineuse par segment ou point décimal (temps moyenné) (3, 4) 5082-7404, -7405, - 7414, -7415	I_V	$I_{AVG} = 1$ mA ($I_{PK} = 10$ mA rapport cyclique = 10%)	5	20		µcd
Longueur d'onde crête	$\lambda PEAK$			655		nm
Tension directe par segment ou point décimal 5082-7404, -7405, -7414, -7415	V_F	$I_F = 10$ mA		1,55	2	V
Tension directe par segment ou point décimal 5082-7432, -7433	V_F	$I_F = 5$ mA		1,55	2	V
Courant inverse par segment ou point décimal	V_R	$I_R = 200\ \mu A$	5		100	V
Temps de montée et de descente (5)	t_r, t_f			10		ns

Notes :
3. Les afficheurs sont classés par catégorie lumineuse, la catégorie est indiquée sous le boîtier par une lettre
4. Le fonctionnement sous un courant crête inférieur à 5 mA n'est pas recommandé
5. Temps nécessaire au passage de 10% à 90% de l'intensité lumineuse sous l'effet d'un échelon de courant

5082-7432, -7433

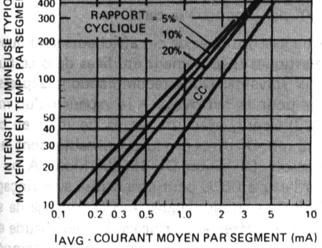


FIGURE 1 — Intensité lumineuse typique moyennée en temps par segment en fonction du courant moyen par segment

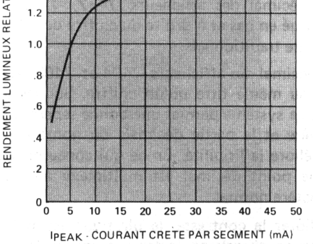


FIGURE 2 — Rendement lumineux relatif en fonction du courant crête par segment

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

5082-7404, -7405, -7414, -7415

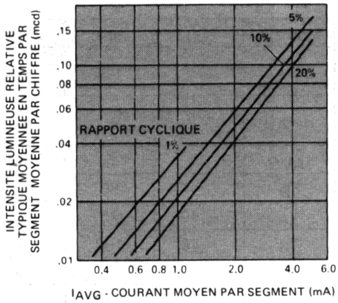


FIGURE 3 — Intensité lumineuse typique moyennée en temps en fonction du courant moyen par segment

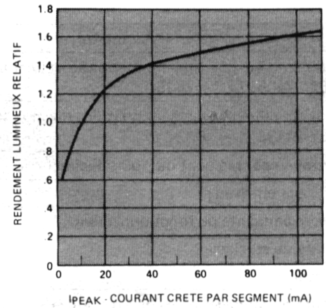


FIGURE 4 — Rendement lumineux relatif en fonction du courant crête par segment

SERIES 5082-7400 ET 5082-7430

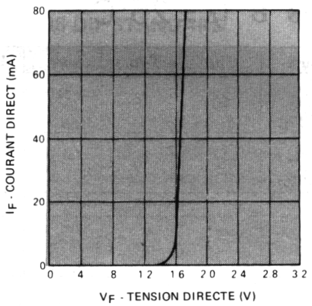


FIGURE 5 — Courant direct en fonction de la tension directe

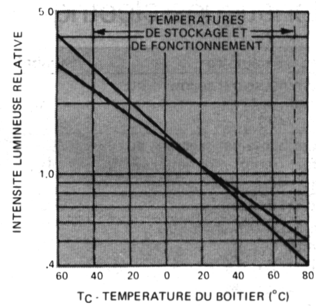


FIGURE 6 — Intensité lumineuse relative en fonction de la température du boîtier pour des niveaux de courant fixes

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES ET OPTIQUES

Les afficheurs monolithiques de la série 5082-7400, -7430 sont constitués par 8 puces au GaAsP formant la cathode commune de chaque chiffre. Les anodes de chaque segment sont interconnectées pour réaliser un réseau de 8xN, N représentant le nombre de chiffres de l'afficheur. Chaque puce est disposée sous une lentille moulée donnant un caractère agrandi à 2,8 mm. Les chiffres sont facilement lisibles sous un angle de ± 30° par rapport à l'axe du caractère sur les **-7404, -7405, -7414** et **-7415** et de ± 20° sur les -7432 et -7433.

Le point décimal des afficheurs -7432, -7433, -7414 et -7415 est situé en bas et à droite du chiffre dans les schémas de commande traditionnels.

Le point décimal des afficheurs -7404 et -7405 est centré; il est excité au même titre qu'un chiffre. Sur les afficheurs très longs, ce système permet une bonne séparation entre la partie entière et la partie décimale du nombre affiché, ce qui en améliore la lisibilité. En ce qui concerne la synchronisation, le point décimal est multiplexé au même titre qu'un caractère normal.

Pour améliorer le contraste, le plastique est mélangé à un pigment rouge absorbant fortement toutes les radiations visibles sauf celle à 655 nm émise par la diode. De plus, le support est noirci sélectivement pour réduire les réflexions. Un filtre antireflet tel que Plexiglass 2423, Panelgraphic 60 ou 63, SGL Homalite 100-1605 ou similaires, limitera les réflexions extérieures et améliora le contraste.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Les afficheurs de la série 5082-7400, -7430 sont montés dans un boîtier DIP standard 12 ou 14 broches, constitués par un support enrobé de plastique, avec lentilles moulées. Ils peuvent être enfichés sur des supports pour circuits intégrés ou soudés sur carte. Leur robustesse permet de les monter avec des outils d'insertion. Les épaulements des broches sont intentionnellement placés au-dessus du niveau inférieur du boîtier pour pouvoir éventuellement incliner les afficheurs de 20° par rapport à la carte.

Les performances optiques de ces afficheurs sont dues à des matières plastiques spécialement étudiées dans ce but mais sensibles aux solvants. Nous recommandons expressément de n'utiliser pour le nettoyage à la vapeur qu'un mélange Fréon (F113)-alcool, avec un temps de mise en contact inférieur à 2 mn. D'autres produits utilisables sont le Fréon TE, le Génésolv DI-15 ou DE-15, l'Arklone A ou K. Le nettoyage à l'eau à 60°C peut être utilisé avec rinçage neutralisant (solution ammoniaquée à 3%), rinçage de surface (solution à 1% de détergent), rinçage à l'eau chaude et pour terminer, séchage à l'air sec. Le nettoyage à la température ambiante peut être fait au Fréon T-E35 ou T-P35, à l'Ethanol, à l'Isopropanol ou à l'eau additionnée d'un détergent doux.

Dimensions

NOTES :
6. DIMENSIONS EN POUCES ET (MM)
7. TOLERANCES ± .015 in (± 0,38 mm), SAUF MENTION CONTRAIRE

AFFICHEURS 5082-7404, -7405, -7414, -7415

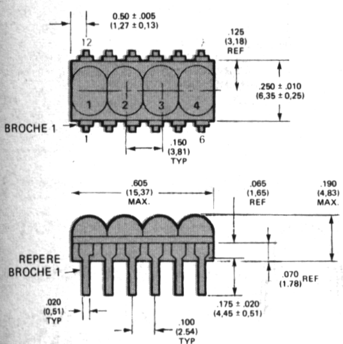


FIGURE 7 – 5082-7404, -7414

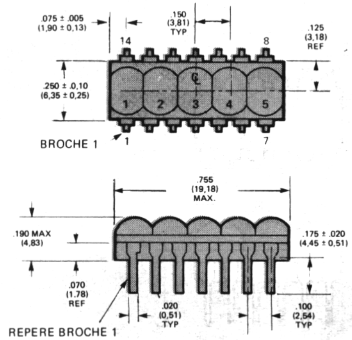


FIGURE 8 – 5082-7405, -7415

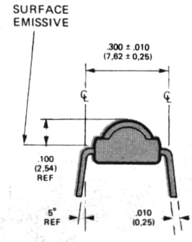


FIGURE 9 – 5082-7404, -7405, -7414, -7415

Constitution des caractères

AFFICHEURS

5082-7404
5082-7405
5082-7414
5082-7415

NOTE : DIMENSIONS EN POUCES ET (MM)

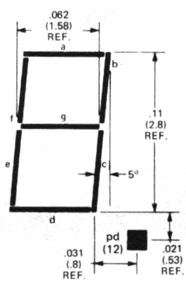


FIGURE 10 – Point décimal centré et à droite

BROCHAGE

Broche n°	5082-7404, -7414 Fonction	5082-7405, -7415 Fonction
1	CATHODE 1	CATHODE 1
2	ANODE e	ANODE e
3	ANODE c	ANODE c
4	CATHODE 3	CATHODE 3
5	ANODE pd (12)	ANODE pd (12)
6	CATHODE 4	ANODE d
7	ANODE g	CATHODE 5
8	ANODE d	ANODE g
9	ANODE f	CATHODE 4
10	CATHODE 2	ANODE f
11	ANODE b	N/C (8)
12	ANODE a	ANODE b
13	–	CATHODE 2
14	–	ANODE a

Note :
8. N/C : broche non connectée, doit toujours rester libre

Dimensions

AFFICHEURS 5082-7432, -7433

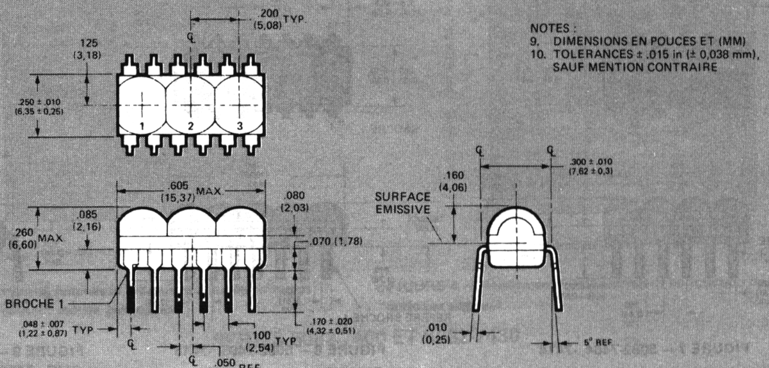
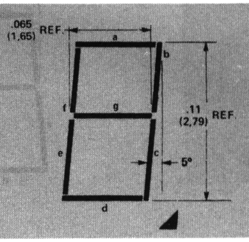


FIGURE 11

Constitution des caractères

AFFICHEURS

5082-7432
5082-7433



NOTE : DIMENSIONS EN POUCES ET (MM)

FIGURE 12

BROCHAGE

Broche n°	5082-7432 Fonction	5082-7433 Fonction
1	N/C (11)	CATHODE 1
2	ANODE e	ANODE e
3	ANODE d	ANODE d
4	CATHODE 2	CATHODE 2
5	ANODE c	ANODE c
6	ANODE pd (12)	ANODE pd (12)
7	CATHODE 3	CATHODE 3
8	ANODE b	ANODE b
9	ANODE g	ANODE g
10	ANODE a	ANODE a
11	ANODE f	ANODE f
12	N/C (11)	N/C (11)

Notes :

11. N/C : broche non connectée, doit toujours rester libre
12. pd : point décimal

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

AFFICHEURS NUMÉRIQUES 7 SEGMENTS MONTÉS SUR CIRCUIT IMPRIME

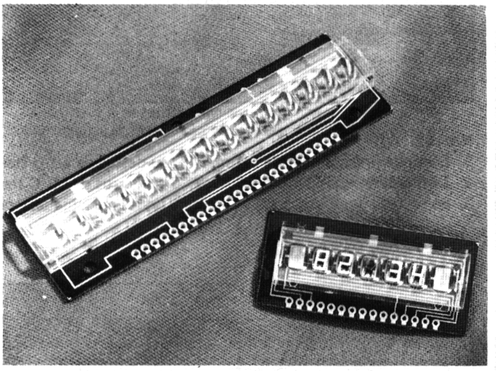
SERIES 5082-7200, -7440

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

AFFICHEURS A SEMI-CONDUCTEURS

Caractéristiques

- COMPATIBLES MOS
- DISPONIBLES EN 9 A 16 CHIFFRES
- HAUTEUR DES CARACTERES : 2,67, 2,92 ET 4,45 mm
- FAIBLE CONSOMMATION
- CLASSEMENT PAR INTENSITE LUMINEUSE



Description

Les afficheurs de la série 5082-7200 et -7440 sont des indicateurs numériques à sept segments au GaAsP montés sur cartes de circuits imprimés. Les chiffres sont protégés par un ensemble en plastique transparent comportant des lentilles grossissantes et des renforts de protection. Les caractères peuvent avoir une hauteur de 2,67 mm, 2,92 mm ou 4,45 mm. Pour les grandes quantités, les afficheurs peuvent être fournis en 8, 12 et 14 caractères.

Les applications possibles de ces afficheurs sont les suivantes : calculateurs portables ou de poche et autres appareils de faible consommation nécessitant des afficheurs de faible coût, de longue durée de vie et de faible encombrement.

Modèles

Référence	Nombre de chiffres	Point décimal	Boîtier	Hauteur des caractères	Ecart entre caractères
5082-7441	9	à droite	Fig. 9	2,67 mm	5,08 mm
5082-7446	16	à droite	Fig. 11	2,92 mm	3,81 mm
5082-7285	5	à droite	Fig. 14	4,45 mm	5,84 mm
5082-7295	15	à droite	Fig. 13	4,45 mm	5,84 mm

Valeurs limites absolues

5082-7441, -7446

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité
Courant direct crête par segment ou point décimal (durée < 500 μs)	I_{PEAK}		50	mA
Courant moyen par segment ou point décimal (1)	I_{AVG}		3	mA
Puissance dissipée par chiffre (2)	P_D		50	mW
Température ambiante de fonctionnement	T_A	− 20	+ 85	°C
Température de stockage	T_S	− 20	+ 85	°C
Tension inverse	V_R		5	V
Température de soudage sur les sorties (t ⩽ 3 s) (3)			230	°C

Notes :
1. Diminue linéairement de 0,1 mA/°C au-dessus de 60°C (température ambiante).
2. Diminue linéairement de 1,7 mW/°C au-dessus de 60°C (température ambiante).
3. Se reporter au paragraphe «Caractéristiques mécaniques» pour les techniques de soudage et de nettoyage.

5082-7285, -7295

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité
Courant crête par segment ou point décimal (durée < 35 μs)	I_{PEAK}		200	mA
Courant moyen par segment ou point décimal (4)	I_{AVG}		7	mA
Puissance dissipée par chiffre (5)	P_D		125	mW
Température ambiante de fonctionnement	T_A	− 20	+ 70	°C
Température de stockage	T_S	− 20	+ 80	°C
Tension inverse	V_R		5	V
Température de soudage sur les sorties (t ⩽ 3 s) (6)			230	°C

Notes :
4. Diminue linéairement de 0,12 mA/°C au-dessus de 25°C température ambiante.
5. Diminue linéairement de 2,3 mW/°C au-dessus de 25°C température ambiante.
6. Se reporter au paragraphe «Caractéristiques mécaniques» pour les techniques de soudage et de nettoyage.

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

5082-7441, -7446

Paramètre		Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
5082 -7441	Intensité lumineuse par segment ou point décimal (7) (moyenne par chiffre)	I_V	I_{AVG} = 500 μA 5 mA crête, Rapport cyclique = 10%	9			μcd
5082 -7446			5 mA crête 1/16 rapport cyclique	7	35		μcd
Longueur d'onde crête		λ_{PEAK}			655		nm
Tension directe par segment ou point décimal		V_F	I_F = 5 mA		1,55		V

Note :
7. Le fonctionnement sous des courants crêtes inférieurs à 3,5 mA n'est pas recommandé

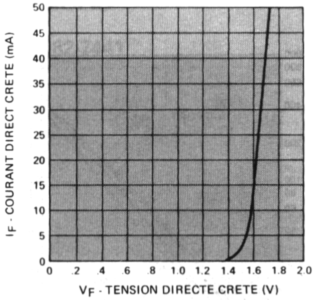


FIGURE 1 – Courant direct crête en fonction de la tension directe crête

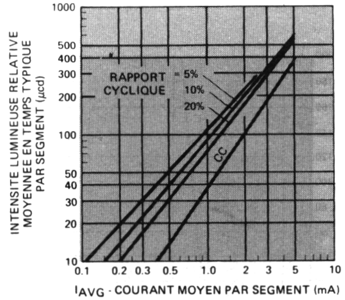


FIGURE 2 – Intensité lumineuse moyenné en temps typique en fonction du courant moyen par segment

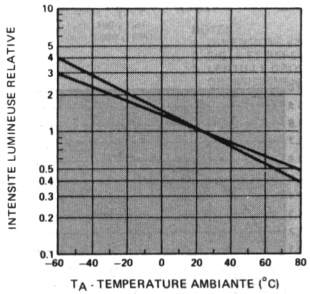


FIGURE 3 – Intensité lumineuse relative en fonction de la température à courant constant

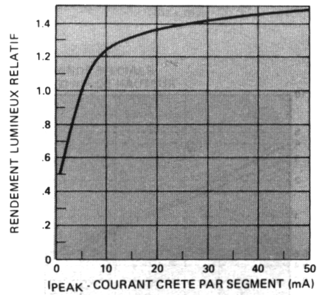


FIGURE 4 – Rendement lumineux relatif en fonction du courant crête par segment

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

5082-7285, -7295

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.	Max.	Unité
Intensité lumineuse par segment ou point décimal (temps moyen); afficheur 15 chiffres 5082-7295 (8, 10)	I_V	$I_{avg.} = 2$ mA (30 mA crête, rapport cyclique 1/15)	30	90		µcd
Intensité lumineuse par segment ou point décimal (temps moyen); afficheur 5 chiffres 5082-7285 (8, 10)	I_V	$I_{avg.} = 2$ mA (10 mA crête, rapport cyclique 1/5)	30	70		µcd
Tension directe par segment ou point décimal; afficheur 15 chiffres 5082-7295	V_F	$I_F = 30$ mA		1,60	2,3	V
Tension directe par segment ou point décimal; afficheur 5 chiffres 5082-7285	V_F	$I_F = 10$ mA		1,55	2	V
Longueur d'onde crête	λ_{PEAK}			655		nm
Longueur d'onde dominante (9)	λ_d			640		nm
Courant inverse par segment ou point décimal	I_R	$V_R = 5$ V		10		µA
Coefficient de température de la tension directe	$\Delta V_F/°C$			– 2		mV/° C

Notes :

8. L'intensité lumineuse à une température ambiante spécifique, $I_V (T_A)$, peut être calculée avec la formule suivante :

$$I_V (T_A) = I_V (25°C) (0{,}985)^{(T_A - 25°C)}$$

9. La longueur d'onde dominante, λ_d, qui définit seule la couleur, est extraite du diagramme de chromaticité du CIE.
10. Il n'est pas recommandé de faire fonctionner les segments sous des courants crête inférieurs à 6 mA.

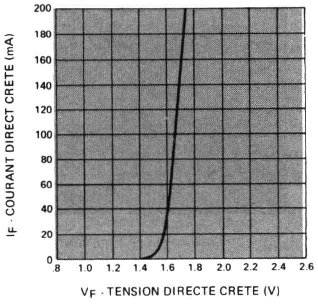


FIGURE 5 — Courant direct crête en fonction de la tension directe crête

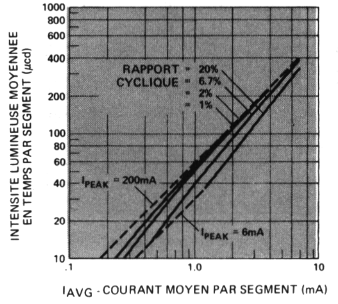


FIGURE 6 — Intensité lumineuse moyennée en temps typique en fonction du courant moyen par segment

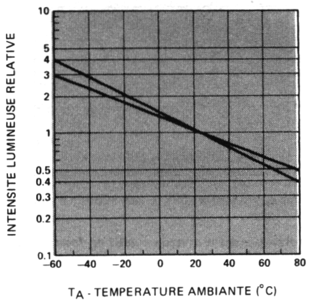


FIGURE 7 — Intensité lumineuse relative en fonction de la température ambiante

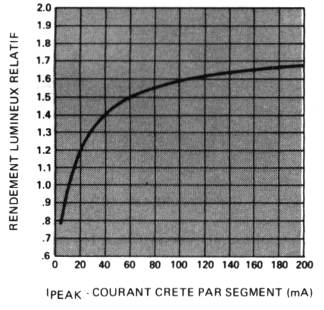


FIGURE 8 — Rendement lumineux relatif en fonction du courant crête par segment

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Le substrat des afficheurs est directement constitué par la carte de circuit imprimé. Une lentille moulée séparément recouvre les chiffres. La lentille, en matériau à base de résine acrylique/styrène, est assez fragile : il est donc recommandé de manipuler les afficheurs avec soin.

L'interconnexion des afficheurs peut se faire soit en soudant des broches dans les trous métallisés des pistes de sortie, soit en introduisant directement la carte dans un connecteur encartable. La température et le temps de soudage ne doivent pas dépasser 230°C et 3 s et uniquement sur l'extrémité des pistes. Toute application d'une température supérieure à 85°C sur une autre partie du circuit risque de l'endommager irrémédiablement. Il est recommandé d'utiliser une soudure à base de résine (colophane) ou une soudure en fil avec un flux décapant basse température.

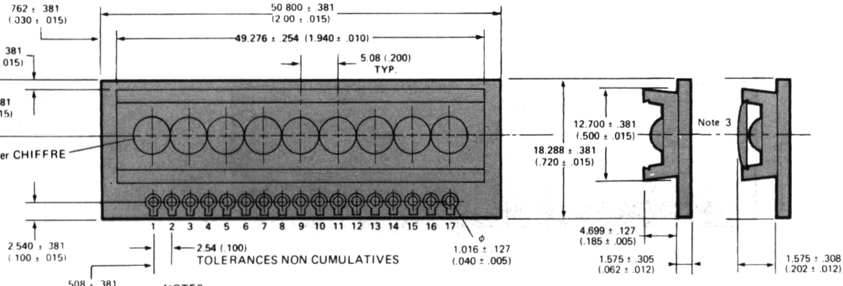
Les pistes du circuit sont argentées. Pour éviter la formation d'oxyde (Ag_2S) qui rendraient la soudure difficile, conserver les afficheurs dans un emballage hermétique jusqu'à leur utilisation. De plus amples renseignements sur le stockage, la manipulation et le nettoyage des produits argentés vous sont fournis par le bulletin d'applications Hewlett-Packard n° 3.

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES ET OPTIQUES

Les chiffres de cette série d'afficheurs sont constitués par une puce monolithique GaAsP supportant les sept segments ainsi que le point décimal. Les segments de chaque chiffre et le point décimal sont interconnectés et forment un réseau de 8xN, N représentant le nombre de chiffres de l'afficheur. Chaque puce est située sous une lentille grossissante en plastique. La lecture est encore satisfaisante avec un décalage de 20° par rapport à l'axe. Les réflexions extérieures peuvent être éliminées et le contraste amélioré avec les filtres suivants : Plexiglass 2423, Panelgraphic 60 ou 63, Homalite 100-1600 (ou équivalents). Les caractères sont décodés par un décodeur/circuit de commande sept segments classique.

Dimensions

BOITIER 5082-7441

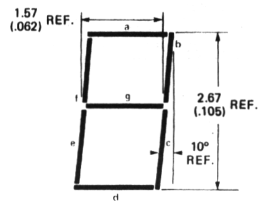


NOTES :
1. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)
2. SIGLE ET REFERENCE SOUS LE BOITIER
3. LENTILLE GROSSISSANTE COMPLEMENTAIRE SUR DEMANDE SPECIALE GROSSISSEMENT 1,25 AMENANT LES CARACTERES A 3,33 mm DE HAUTEUR

FIGURE 9

Constitution des caractères

Référence : 5082-7441



NOTE : DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)

FIGURE 10

BROCHAGE

5082-7441			
Broche n°	Fonction	Broche n°	Fonction
1	1er chiffre - Cathode	10	Segment d - Anode
2	Segment c - Anode	11	6ème chiffre - Cathode
3	2ème chiffre - Cathode	12	Segment g - Anode
4	pd (11) - Anode	13	7ème chiffre - Cathode
5	3ème chiffre - Cathode	14	Segment b - Anode
6	Segment a - Anode	15	8ème chiffre - Cathode
7	4ème chiffre - Cathode	16	Segment f - Anode
8	Segment e - Anode	17	9ème chiffre - Cathode
9	5ème chiffre - Cathode		

Note :
11. pd = point décimal

Dimensions

BOITIER 5082-7446

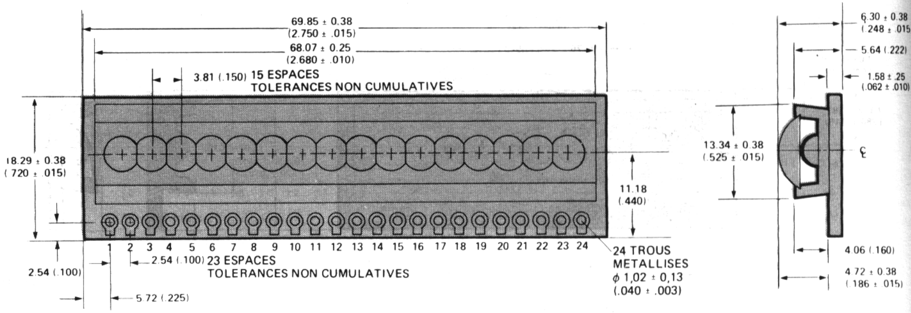
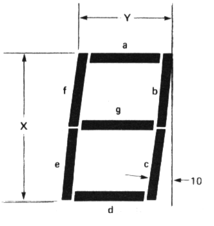


FIGURE 11

Constitution des caractères



Référence	X	Y
5082-7446	2.92 (.115)	1.40 (.055)

NOTES :
1. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)
2. TOUTES TOLERANCES ± 0,38 mm (± .015 in), SAUF MENTIONS CONTRAIRES

FIGURE 12

BROCHAGE

5082-7446			
Broche n°	Fonction	Broche n°	Fonction
1	Cathode - Chiffre 1	13	Cathode - Chiffre 9
2	Cathode - Chiffre 2	14	Anode - Segment c
3	Cathode - Chiffre 3	15	Cathode - Chiffre 10
4	Cathode - Chiffre 4	16	Anode - Segment g
5	Cathode - Chiffre 5	17	Cathode - Chiffre 11
6	Anode - Segment e	18	Anode - Segment b
7	Cathode - Chiffre 6	19	Cathode - Chiffre 12
8	Anode - Segment d	20	Anode - Segment f
9	Cathode - Chiffre 7	21	Cathode - Chiffre 13
10	Anode - Segment a	22	Cathode - Chiffre 14
11	Cathode - Chiffre 8	23	Cathode - Chiffre 15
12	Anode - Segment pd	24	Cathode - Chiffre 16

Dimensions

BOITIERS 5082-7285 ET -7295

NOTES :
1. DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)
2. TOLERANCES ± 0,203 mm (± .008 in)

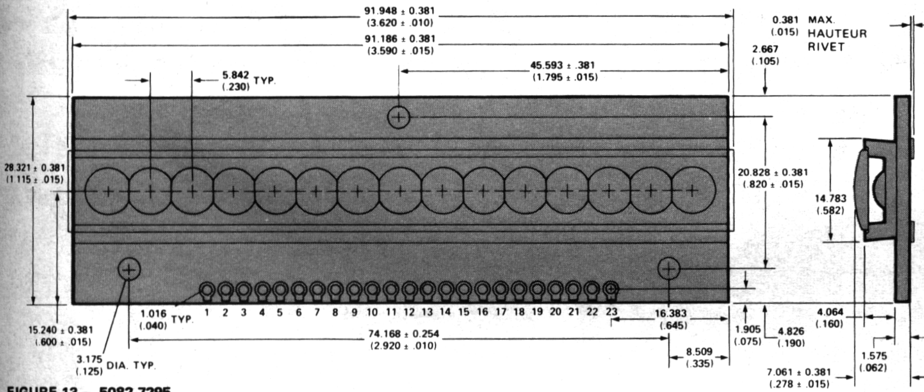


FIGURE 13 – 5082-7295

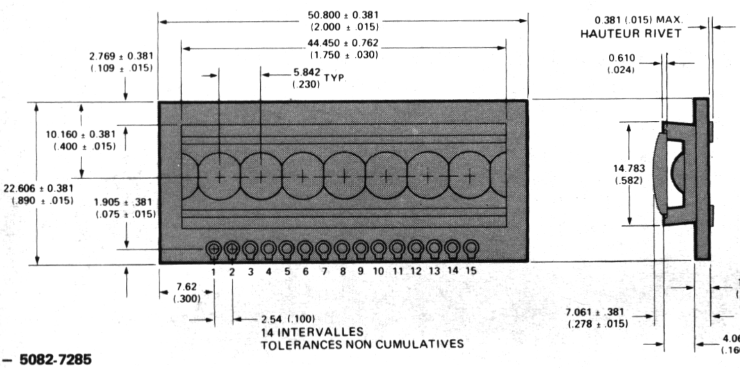
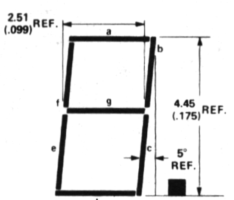


FIGURE 14 – 5082-7285

Constitution des caractères

Références : 5082-7285
5082-7295



NOTE : DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)

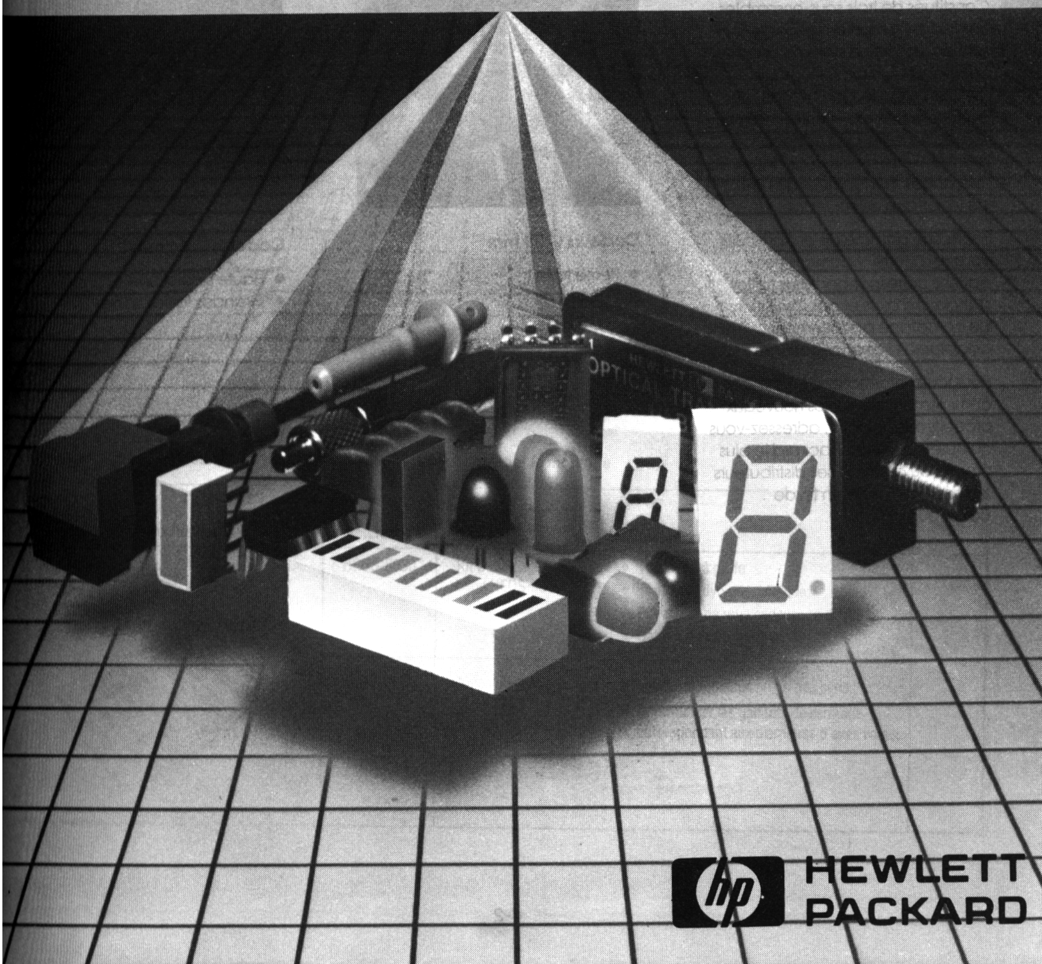
FIGURE 15

BROCHAGE

Broche n°	Fonction 5082-7285	Fonction 5082-7295
1	Anode segment b	Cathode chiffre 1
2	Anode segment g	Cathode chiffre 2
3	Anode segment e	Cathode chiffre 3
4	Cathode chiffre 1	Cathode chiffre 4
5	Cathode chiffre 2	Anode segment pd
6	Cathode chiffre 3	Cathode chiffre 5
7	Cathode chiffre 4	Anode segment c
8	Cathode chiffre 5	Cathode chiffre 6
9	Cathode chiffre 6	Anode segment e
10	Cathode chiffre 7	Cathode chiffre 7
11	Anode segment pd	Anode segment a
12	Anode segment d	Cathode chiffre 8
13	Anode segment c	Anode segment g
14	Anode segment a	Cathode chiffre 9
15	Anode segment f	Anode segment d
16		Cathode chiffre 10
17		Anode segment f
18		Cathode chiffre 11
19		Anode segment b
20		Cathode chiffre 12
21		Cathode chiffre 13
22		Cathode chiffre 14
23		Cathode chiffre 15

4. Codeurs optiques

- Codeurs ∅ 28 mm
- Codeurs ∅ 56 mm



HEWLETT PACKARD

Codeurs optiques

Parallèlement à nos systèmes émetteurs/détecteurs de lumière, nous avons développé des codeurs optiques incrémentiels. Ce sont des détecteurs de déplacement qui convertissent un mouvement rotatif en signaux binaires de niveau logique TTL. Les codeurs sont employés comme servo-moteurs asservis dans une multitude d'applications qui vont des périphériques d'ordinateurs, des systèmes audio et vidéo-professionnels jusqu'aux équipements de production automatiques. Ils sont aussi largement employés lorsque des informations numériques doivent commander un mouvement circulaire.

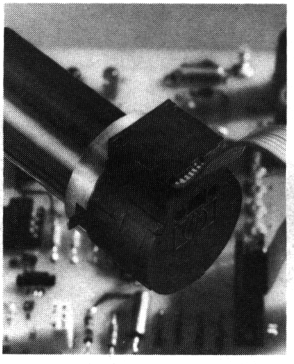
Constitués de trois sous-ensembles très faciles à monter, les codeurs HP sont équipés d'un système optique original et d'un circuit logique spécialisé qui leur permettent des performances excellentes malgré leur petite taille. Leur conception permet d'être moins exigeant sur les tolérances mécaniques de l'axe et de la surface de montage.

Toute une gamme de ces produits vous est offerte, y compris des options correspondant aux tailles standard d'axes et des résolutions de comptage parfaitement adaptées à vos applications.

Pour toute information complémentaire sur les nouveaux produits mis au point, adressez-vous au bureau Hewlett-Packard le plus proche ou à l'un de ses distributeurs agréés. **(voir la liste en fin de catalogue).**

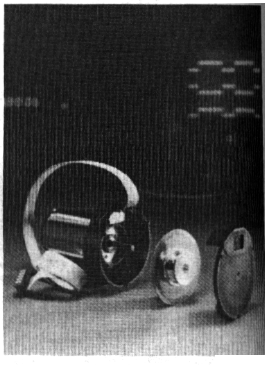
Caractéristiques des codeurs HP

- Composants testés et pré-réglés
- Montage rapide - nul besoin d'outillages spéciaux
- Deux voies de sortie numérique en quadrature
- Une voie index numérique
- Une électronique entièrement intégrée, offrant de hautes performances et une grande fiabilité
- Système compensé en temps et en température
- Compatible TTL
- Réponse en fréquence de 130 KHz minimum
- Gamme de température de – 20 °C à 85 °C
- Jeux axial toléré : 0,25 mm.



Codeurs ∅ 28 mm

- Petite taille
- Faible inertie

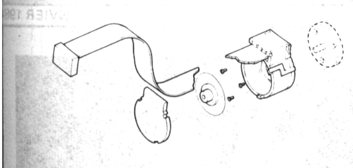


Codeurs ∅ 56 mm

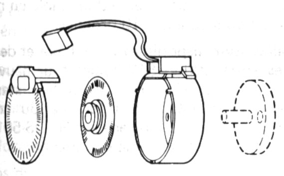
- Haute résolution
- Grandes tailles d'axes

Codeurs optiques incrémentiels

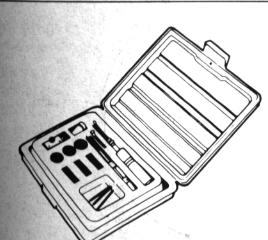
Codeurs ∅ 28 mm - série HEDS-5000

Schéma du boîtier	Référence	Voies	Code en option		Page
			Résolution	Taille de l'axe	
	HEDS-5000 OPT □ ◫	A, B	□ C 100 CPT D 192 CPT E 200 CPT F 256 CPT G 360 CPT H 400 CPT A 500 CPT I 512 CPT	◫ 01 2 mm 02 3 mm 03 1/8 pouce 04 5/32 pouce 05 3/16 pouce 06 1/4 pouce 11 4 mm 14 5 mm	4-4
	HEDS-5010 OPT □ ◫	A, B, I			

Codeurs ∅ 56 mm - série HEDS-6000

Schéma du boîtier	Référence	Voies	Code en option		Page
			Résolution	Taille de l'axe	
	HEDS-6000 OPT □ ◫	A, B	□ E 200 CPT H 400 CPT A 500 CPT I 512 CPT B 1000 CPT J 1024 CPT	◫ 05 3/16 pouce 06 1/4 pouce 07 5/16 pouce 08 3/8 pouce 09 1/2 pouce 10 5/8 pouce 11 4 mm 12 6 mm 13 8 mm	4-12
	HEDS-6010 OPT □ ◫	A, B, I			

Kit de montage pour codeurs ∅ 28 mm. Ce kit n'est pas obligatoire pour le montage

Schéma du boîtier	Référence	Description		Page
	HEDS-8930	Kit d'outillage série HEDS-5000	• Tournevis à griffe • Tournevis dynamométrique • Extracteur de roue codeuse HEDS-8920 • Gabarit d'écartement HEDS-8922	4-4
	HEDS-892X	Cônes de centrage	• Facilite le montage en grande série • Commander les gabarits de centrage correspondant aux diamètres d'axes voulus	

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

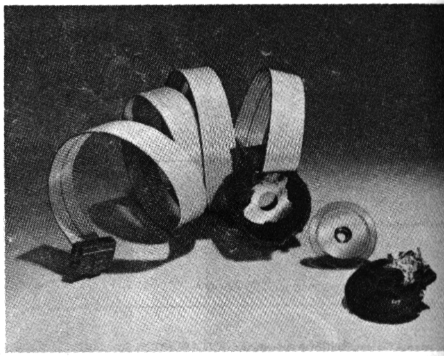
CODEUR OPTIQUE INCRÉMENTIEL DEUX ET TROIS VOIES ∅ = 28 mm

SERIE HEDS-5000

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- PETITE TAILLE ϕ 28 mm
- 100-512 CYCLES/TOUR
- AUTRES RESOLUTIONS DISPONIBLES
- FAIBLE INERTIE
- MONTAGE RAPIDE
- JEU LONGITUDINAL ADMISSIBLE EN BOUT D'AXE 0,25 mm
- SORTIE NUMERIQUE COMPATIBLE TTL
- ALIMENTATION 5 V UNIQUE
- PLAGE DE TEMPERATURE DE FONCTIONNEMENT ETENDUE
- IMPULSION D'INDEXAGE



Description

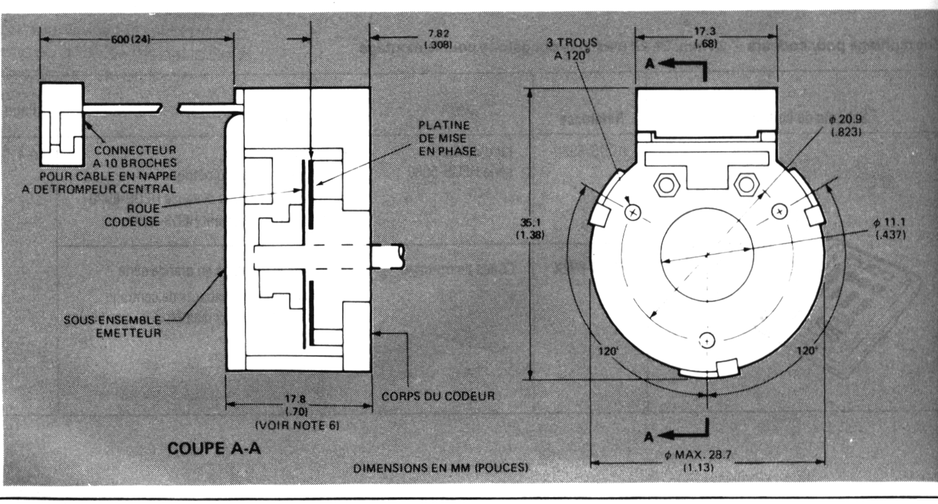
La série HEDS-5000 comporte un codeur optique rotatif de très haute résolution, d'une fiabilité et d'une facilité de montage remarquables. L'ensemble, d'un diamètre de 30 mm, est constitué de trois éléments : le corps, la roue codeuse en métal et le sous-ensemble émetteur. La lumière, fournie par deux DEL, est transmise à deux paires de détecteurs à travers un collimateur à lentille, une roue codeuse, une platine de mise en phase et une lentille de focalisation double.

La lumière focalisée arrive sur deux paires de détecteurs de lumière juxtaposés qui génèrent deux signaux carrés en quadrature à la sortie et une impulsion d'indexage en option. La collimation et la configuration du détecteur améliorent la fiabilité à long terme en réduisant l'influence du jeu et de l'excentricité de l'axe ainsi que de la dégradation de la DEL. Le raccordement des sorties et de l'alimentation de 5 V se fait à l'aide d'un câble en nappe de 0,6 m équipé d'un connecteur à 10 broches.

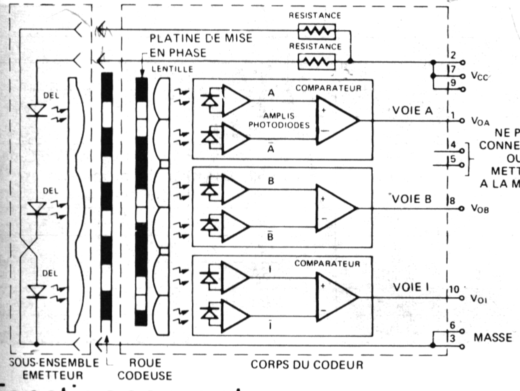
Différentes tailles sont disponibles pour l'axe et des résolutions comprises entre 100 et 512 cycles/tour peuvent être obtenues en option. La référence du codeur standard à deux voies est HEDS-5000; la référence du codeur à trois voies avec impulsion d'indexage est HEDS-5010. Pour plus de détails, voir les modalités de commande.

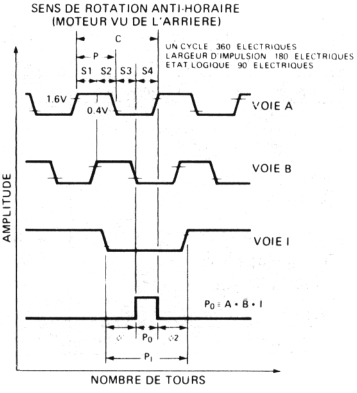
Applications

Imprimantes, traceurs de courbes, entraînement de disques et de bandes, robotique et tout système à base de servomécanismes nécessitant des codeurs de hautes performances.



Synoptique et formes d'ondes en sortie





Fonctionnement

Le principe du codeur est basé sur la transmission d'un faisceau lumineux par un disque percé de fentes régulièrement espacées sur son pourtour. Les impulsions de lumière ainsi générées sont alors converties en impulsions électriques.

La source lumineuse des HEDS-5XXX est une diode électroluminescente émettant un faisceau de rayons parallèles grâce à une lentille moulée. Le sous-ensemble émetteur contient deux ou trois sources identiques, une par voie.

La roue codeuse standard est un disque de métal sur lequel sont ménagées N fenêtres régulièrement espacées sur son pourtour. La platine de mise en phase possède une ouverture avec un système de réglage. Le faisceau lumineux n'est transmis que si une fenêtre et l'ouverture sont alignées. Il y a donc alternativement N périodes d'éclairement et d'obscurité. Une lentille, derrière la platine de mise en phase, focalise la lumière sur un détecteur au silicium.

Le corps du codeur contient la platine de mise en phase et les éléments de détection pour deux ou trois voies. Chaque voie est composée d'un circuit intégré à deux photodiodes suivies de leur amplificateur, d'un comparateur et d'un circuit de sortie.

Les ouvertures de la platine devant chaque photodiode sont disposées de telle façon qu'à une période d'éclairement sur une des diodes corresponde une période d'obscurité sur l'autre. Après amplification, le signal issu des photodiodes est appliqué à l'entrée d'un comparateur dont le signal de sortie change d'état lorsque l'amplitude relative des photocourants change de sens (montage push-pull). La deuxième voie se présente de la même façon, mais la position de ses fenêtres donne une sortie qui est en quadrature par rapport à la première voie (déphasage de 90°). Le sens de rotation est défini en recherchant celle des deux voies qui fournit le signal en avance. Les sorties sont des signaux logiques TTL.

La voie d'indexage optionnelle présente des configurations optiques et électriques semblables à celles des voies A et B décrites ci-dessus. Typiquement, une impulsion d'indexage a une largeur d'un cycle et est générée pour chaque tour de la roue codeuse. A l'aide de l'interface logique recommandée, un état logique unique (P_0) peut être identifié si cette précision est requise.

Le montage du kit en trois parties est réalisé en fixant le corps sur le plan de montage au moyen de trois vis. La roue codeuse est réglée à l'intervalle prévu et ensuite fixée à la colle époxy sur l'axe. La pose du couvercle (sous-ensemble émetteur) sur le corps termine le montage. Le seul réglage nécessaire est le centrage du codeur par rapport à l'axe, afin d'optimiser la quadrature et la sortie de l'impulsion d'indexage optionnelle.

Les impulsions d'indexage

Les circuits d'interface du codeur et de détection du mouvement déterminent la nécessité d'établir une relation entre l'impulsion d'indexage et les voies principales de données. Une position unique de l'axe s'identifie en utilisant la sortie d'impulsion d'indexage seulement ou en associant logiquement l'impulsion d'indexage aux voies de données A et B. Le HEDS-5010 permet une certaine souplesse dans la position de l'impulsion d'indexage en ce qui concerne les principales voies de données; cette position peut être aisément réglée au cours de l'assemblage illustré plus loin.

Définitions

Degrés électriques :
1 tour = 360° d'angle
= N cycles électriques
1 cycle = 360° électriques

Erreur de positionnement :
Différence angulaire entre la position réelle de l'arbre et sa position théorique calculée en comptant les cycles du codeur.

Erreur de cycle :
Indication sur l'uniformité des cycles. Différence entre l'angle de l'arbre observé qui permet d'atteindre un cycle électrique et l'incrément angulaire nominal de 1/N de tour.

Phase :
Angle correspondant à l'écart entre le centre de l'impulsion A et le centre de l'impulsion B.

Phase de l'indexage :
Dans le sens anti-horaire (voir l'illustration précédente), la phase de l'indexage se définit comme suit :

$$\Phi_I = \frac{(\phi_1 - \phi_2)}{2}$$

ϕ_1 est l'angle en degrés électriques entre le front arrière de I et le front arrière de B. ϕ_2 est l'angle en degrés électriques entre le front avant de A et le front avant de I.

Erreur de phase de l'indexage :
Cette erreur ($\Delta\Phi_I$) décrit le changement de la position de l'impulsion d'indexage après le montage, par rapport aux voies A et B en fonction des conditions de fonctionnement recommandées.

Valeurs limites absolues

Paramètres	Symbole	Min.	Max.	Unité	Notes
Température de stockage	T_S	– 55	100	°C	
Température de fonctionnement	T_A	– 55	100	°C	Voir Note 1
Vibrations			20	g	Voir Note 1
Jeu axial de l'arbre			0,5	mm max. TIR	
Excentricité de l'arbre plus jeu radial			0,1	mm max. TIR	Le mouvement doit être limité même sous les conditions de choc
Tension d'alimentation	V_{CC}	– 0,5	7	V	
Tension de sortie	V_O	– 0,5	V_{CC}	V	
Courant de sortie par voie	I_O	– 1	5	mA	
Vitesse de rotation			30 000	tr/mn	
Accélération	α		250 000	rad. s^{-2}	

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètres	Symbole	Min.	Max.	Unité	Notes
Température	T	– 20	85	°C	Atmosphère sans condensation
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,5	5,5	V	Ondulation < 100 mV crête à crête
Ecartement de la roue codeuse			1,1	mm	Ecartement nominal 0,63 mm lorsque la roue codeuse est à l'écartement minimal
Perpendicularité de l'arbre plus jeu axial			0,25	mm TIR	
Excentricité de l'arbre plus jeu radial			0,04	mm TIR	à 10 mm de la surface de référence
Capacité	C_L		100	pF	

Caractéristiques du codage

Les spécifications ci-après s'appliquent dans les limites des conditions de fonctionnement recommandées à 500 cycles par tour (N = 500). Certaines caractéristiques de codage s'améliorent avec des cycles en diminution (N). Voir la note d'applications 1011 pour plus de précisions.

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note (voir la définition)
Erreur de position angulaire - Erreur maximale à la rotation	ΔΘ		10	40	minutes d'arc	1 cycle = 43,2 mn Voir Figure 5
Erreur sur le cycle - Erreur maximale à la rotation	ΔC		3	5,5	degrés électr.	
Fréquence de comptage max.	f_{MAX}	130 000	200 000		Hz	f = vitesse (tr/mn) x N/60
Erreur sur la largeur d'impulsion - Erreur maximale à la rotation	ΔP		16		degrés électr.	T = 25°C, f = 8 kHz Voir Note 2
Sensibilité de la phase à l'excentricité			520		degrés électr./mm	
Sensibilité de la phase au jeu axial			20		degrés électr./mm	
Erreur sur la largeur de l'état logique - Erreur maximale à la rotation	ΔS		25		degrés électr.	T = 25°C, f = 8 kHz Voir Note 2
Largeur de l'impulsion d'indexage	P_I		360		degrés électr.	T = 25°C, f = 8 kHz Voir Note 3
Erreur de phase de l'impulsion d'indexage	$ΔΦ_I$		0	17	degrés électr.	Voir Notes 4, 5
Plage de réglage de l'impulsion d'indexage		± 70	± 130		degrés électr.	Voir Note 5

Caractéristiques mécaniques

Paramètre	Symbole	Dimension	Tolérance	Unité	Note
Dimensions extérieures		Voir schéma			
Roue codeuse disponible pour les diamètres standard d'axe suivants		2 4 3 5	+ 0,000 – 0,015	mm	
		5/32	+ 0,0002 – 0,0005	pouces	
		1/8 3/16 1/4	+ 0,0000 – 0,0007	pouces	
Moment d'inertie	J	0,4		gcm^2	
Longueur d'axe nécessaire		12,8	± 0,5	mm	Voir Figure 10 Axe dans la position pour laquelle il est le plus court
Diamètre d'inscription des vis de fixation		20,9	± 0,13	mm	Voir Figure 10
Type et dimensions des vis de fixation		1,6 x 0,35 x 5 mm DIN ou 0-80 x 3/16 à tête auto-bloquante		mm pouces	

Caractéristiques électriques

Dans les conditions de fonctionnement recommandées ($T_A = 25°C$)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Courant d'alimentation	I_{CC}		21	40	mA	HEDS-5000 (2 voies)
			36	60		HEDS-5010 (3 voies)
Tension de sortie niveau haut	V_{OH}	2,4			V	$I_{OH} = -40\ \mu A$ max.
Tension de sortie niveau bas	V_{OL}			0,4	V	$I_{OL} = 3,2$ mA
Temps de montée	t_r		0,5		µs	$C_L = 25$ pF, $R_L = 11$ K Voir Note 7
Temps de descente	t_f		0,2			
Capacité du câble	C_{CO}		12		pF/m	Fil de sortie relié à la masse

Notes :

1. La structure du HEDS-5000 a été testée avec succès à 20 g et jusqu'à 500 Hz. En dehors de ces conditions, l'emploi est limité aux basses fréquences (déplacements importants) par la fatigue des câbles et aux hautes fréquences par les résonances de la roue codeuse. La fréquence de résonance dépend du matériau de fabrication de la roue codeuse et du nombre de fenêtres comptées par tour. En dessous de – 20°C, le câble en nappe devient friable et sensible aux mouvements. La température maximale de fonctionnement et de stockage comprend la surface du plan de montage du codeur. Pour plus de détails, consulter l'usine. Voir la note d'applications 1011.
2. Dans un lot monté correctement, 99% des unités, travaillant à 25°C et 8 kHz, doivent présenter une erreur sur la largeur d'impulsion inférieure à 35° électriques et une erreur sur la largeur d'état inférieure à 45° électriques. Pour calculer l'erreur aux autres vitesses et températures, ajouter les valeurs indiquées sur les figures 1 ou 2 aux valeurs typiques spécifiées sous les caractéristiques de codage ou aux valeurs de 99% maximum décrites plus haut dans cette note.
3. Dans un lot correctement assemblé, 99% des unités travaillant à 25°C et 8 kHz, doivent avoir une largeur d'impulsion d'indexage supérieure à 260° électriques et inférieure à 460° électriques. Pour calculer les largeurs d'impulsions d'indexage aux autres vitesses et températures, ajouter les valeurs spécifiées aux figures 3 ou 4 à la largeur d'impulsion de 360° typique ou aux valeurs de 99% maximum décrites dans cette note.
4. La phase de l'indexage étant réglée au montage, la spécification de l'erreur de celle-ci ($\Delta\Phi_I$) indique la dérive prévue de la position de l'impulsion d'indexage par rapport aux voies A et B comprise dans la plage des conditions de fonctionnement recommandées et jusqu'à 50 kHz.
5. Lorsque l'impulsion d'indexage est centrée sur les états bas-bas des voies A et B, comme il apparaît à la figure 2, un état P_0 unique peut être défini une fois par tour dans les conditions de fonctionnement recommandées et jusqu'à 25 kHz. La figure 6 montre comment P_0 peut s'obtenir à partir des sorties de la voie A, B et I. La plage de réglage indique la distance maximale du centre de l'état bas-bas à laquelle le centre de l'impulsion d'indexage peut être réglé.
6. La longueur typique d'un codeur est de 17,8 mm. Il est cependant recommandé de prévoir un espace de 21,6 mm afin de permettre l'emplacement d'un modèle perfectionné du HEDS-5000 qui pourrait avoir des dimensions légèrement supérieures.
7. Le temps de montée est fonction essentiellement de la constante de temps RC de R_L et C_L. Un temps de montée supérieur peut être atteint avec une valeur de R_L ou C_L inférieure. Il est recommandé de ne pas dépasser la valeur de I_{OL} dans le cas le plus défavorable.

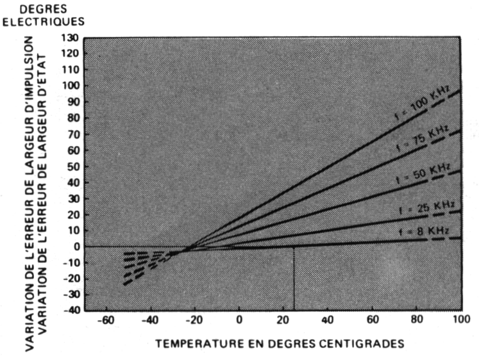


FIGURE 1 — Variation typique de l'erreur de largeur d'impulsion ou de l'erreur de largeur d'état provoquée par la vitesse et la température

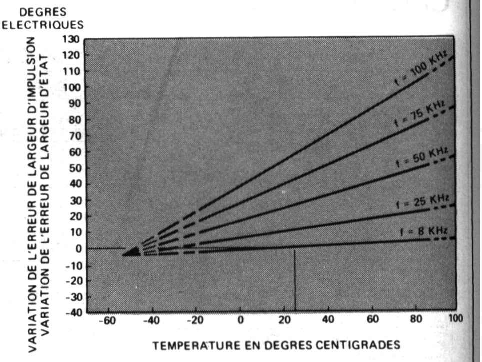


FIGURE 2 — Variation maximale de l'erreur de largeur d'impulsion ou de l'erreur de largeur d'état provoquée par la vitesse et la température

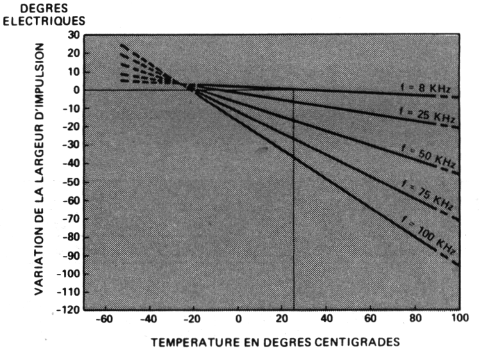


FIGURE 3 — Variation typique de la largeur d'impulsion d'indexage provoquée par la vitesse et la température

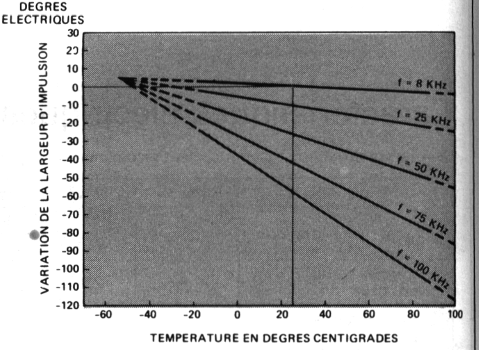


FIGURE 4 — Variation maximale de la largeur d'impulsion d'indexage provoquée par la vitesse et la température

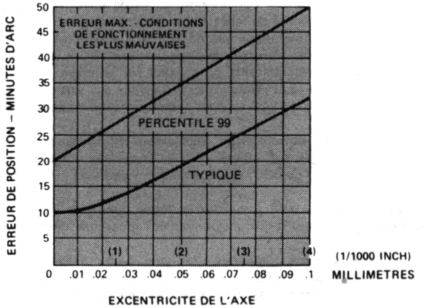
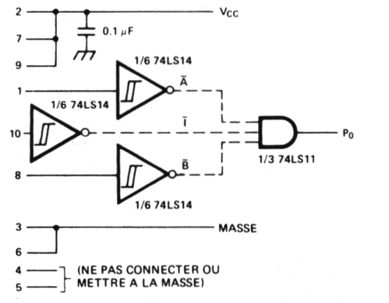


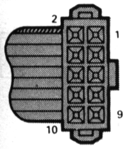
FIGURE 5 — Erreur de positionnement en fonction de l'excentricité de l'axe



LES TIRETS REPRESENTENT UN CIRCUIT OPTIONNEL D'ADDITION DE L'INDEX. LA SERIE 74 STANDARD POURRAIT AUSSI ETRE UTILISEE POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE CIRCUIT.

FIGURE 6 — Circuit d'interface recommandé

BROCHAGE



N° DE BROCHE	FONCTION
1	VOIE A
2	V_{CC}
3	MASSE
4	N.C. OU MASSE
5	N.C. OU MASSE
6	MASSE
7	V_{CC}
8	VOIE B
9	V_{CC}
10	VOIE I

NOTE : L'INSERTION INVERSE DU CONNECTEUR PROVOQUE UN ENDOMMAGEMENT PERMANENT DU DETECTEUR IC

S'ENFICHE SUR UN CONNECTEUR BERG 65-692-001 OU EQUIVALENT

FIGURE 7 — Connecteur

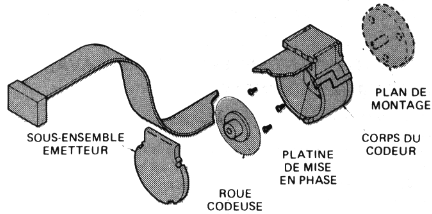


FIGURE 8 — Kit du codeur HEDS-5000

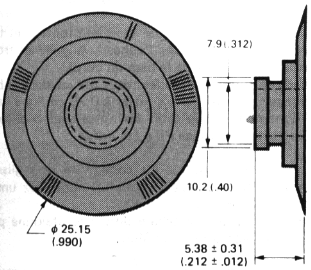


FIGURE 9 — Roue codeuse

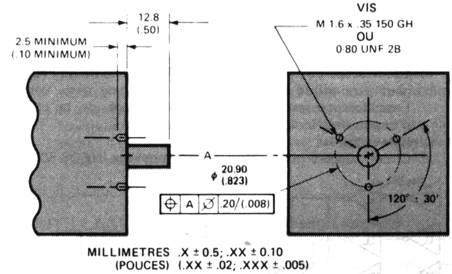


FIGURE 10 — Cotes de montage

Modalités de commande

HEDS-5 [3] [1] [0]

OPTION* [ ] [ ]

RESOLUTION (CYCLES PAR TOUR)

C — 100 CPT
D — 192 CPT
E — 200 CPT
F — 256 CPT
G — 360 CPT
H — 400 CPT
A — 500 CPT
I — 512 CPT

NOTE : AUTRES RESOLUTIONS DISPONIBLES A LA DEMANDE

DIAMETRE DE L'AXE

01 — 2 mm
02 — 3 mm
03 — 1/8 pouces
04 — 5/32 pouces
05 — 3/16 pouces
06 — 1/4 pouces
11 — 4 mm
14 — 5 mm
00 — A UTILISER LORS DE LA COMMANDE DE CORPS DU CODEUR

TYPE DE PRODUIT

0 — 28 mm KIT COMPLET
1 — 28 mm ROUE CODEUSE
2 — 28 mm CORPS
3 — 28 mm SOUS-ENSEMBLE EMETTEUR*

SORTIES

0 — 2 VOIE NUMERIQUE
1 — 3 VOIE NUMERIQUE

CONFIGURATION MECANIQUE

0 — 0,6 m (24 pouces) CABLES

* AUCUNE OPTION N'EST SPECIFIEE A LA COMMANDE DE SOUS-ENSEMBLES EMETTEURS SEULEMENT.

Kit d'assemblage

La méthode suivante assure un montage rapide et correct. Cette procédure peut être aménagée pour un nombre important de montages lorsque l'on utilise un outillage personnalisé. Dans le cas d'applications en grand nombre, le montage du codeur peut s'effectuer en 30 secondes. Note : l'écartement entre la roue codeuse et la platine de mise en phase doit être réglé entre 0,38 mm et 1,14 mm.

AVERTISSEMENT : MANIER LES ADHESIFS AVEC PRECAUTION. BIEN SE CONFORMER AUX RECOMMANDATIONS DU CONSTRUCTEUR

LIRE ATTENTIVEMENT LES INSTRUCTIONS AVANT DE PROCEDER A L'ASSEMBLAGE

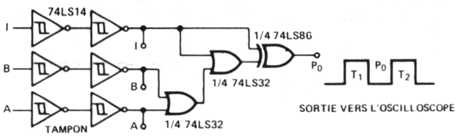
1.0 MATERIAUX RECOMMANDES

1.1 Pièces du codeur
Corps.
Sous-ensemble émetteur.
Roue codeuse.

1.2 Produits d'assemblage
Colle RTV - General Electric 162.
- Dow Cordning 3145.
Epoxy - Hysol 1C.
Acétone.
Vis de fixation (3).
Applicateurs de colle RTV et d'époxy.

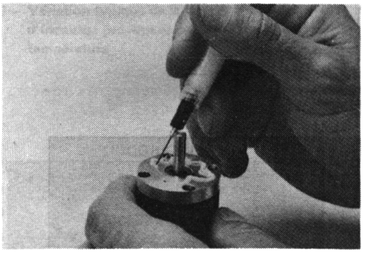
1.3 Outils de montage
a) Tournevis à griffes.
b) Tournevis dynamométrique, 0,36 cm/kg.
c) Micromètre ou gabarit d'écartement HEDS-8922.
d) Oscilloscope ou phasemètre (voir NA 1011). L'un ou l'autre peut être utilisé pour l'étalonnage de phase deux voies. L'oscilloscope est exigé pour l'étalonnage de la phase d'impulsion d'indexage.

1.4 Circuits suggérés
a) Circuit suggéré pour le réglage de l'indexage (HEDS-5010).



Pour optimiser la phase de l'indexage, régler la position du codeur pour égaliser la largeur des impulsions T_1 et T_2.
b) Circuit du phasemètre
Recommandé pour l'assemblage de grandes quantités de codeurs. Voir la note d'applications 1011.

2.0 PREPARATION DES SURFACES

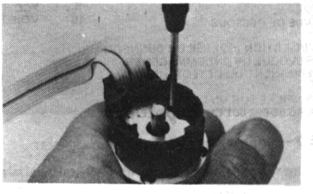


LE TEMPS ECOULE ENTRE CETTE ETAPE ET LA REALISATION DE L'ETAPE 8 NE DOIT PAS DEPASSER UNE DEMI-HEURE.

2.1 Nettoyer et dégraisser le plan de montage et l'axe avec de l'acétone en veillant à ne pas en introduire dans les roulements du moteur.
2.2 Remplir la seringue de colle RTV.
2.3 Introduire de la colle RTV dans les trous taraudés du plan de montage. Encoller la surface en suivant une sinusoïde pour relier les trous des vis (voir ci-dessus).

ATTENTION : NE PAS METTRE DE COLLE DANS LES ROULEMENTS DU MOTEUR

3.0 FIXATION DU CORPS DU CODEUR



3.1 Mettre le corps du codeur sur le plan de montage et tourner lentement le corps pour étaler l'adhésif. Aligner les trous des vis de montage et les trous de la base du corps.
3.2 Mettre les vis de fixation dans les trous prévus dans la base du corps. Enfoncer et serrer les vis jusqu'à 0,36 cm/kg à l'aide du tournevis dynamométrique (voir les notes a et b ci-dessous). Retirer le gabarit de centrage s'il a été utilisé.

Notes :
a) Pour ce couple, le corps du codeur ne doit glisser par rapport à la surface que si vous lui appliquez une forte pression avec le pouce.
b) Le tournevis dynamométrique doit être étalonné périodiquement pour vérifier sa précision.

4.0 APPLICATION DE L'EPOXY



ATTENTION : MANIPULER LA ROUE CODEUSE AVEC SOIN

4.1 Mettre un peu d'époxy sur l'applicateur.
4.2 Etaler l'époxy sur la surface intérieure de l'alésage.
4.3 En maintenant la roue codeuse par son axe creux, y introduire l'axe sur une longueur d'environ 3 mm.

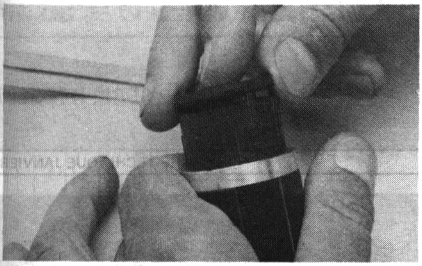
5.0 POSITIONNEMENT DE LA ROUE CODEUSE



5.1 Tirer l'extrémité de l'axe vers le bas pour réduire le jeu axial.
5.2 A l'aide du gabarit d'écartement ou du micromètre, pousser l'axe creux de la roue codeuse jusqu'à 1,65 mm en dessous du rebord du corps du codeur. Les trous du gabarit d'écartement doivent s'aligner avec les agrafes saillant du corps près du câble.
5.3 Vérifier l'aplomb du gabarit ou du micromètre sur le rebord du corps et le contact de la roue codeuse avec l'axe creux.
5.4 La colle époxy ne doit pas ressortir du trou de l'arbre.

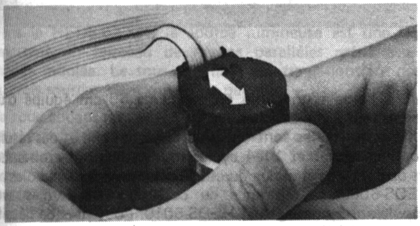
NE PAS TOUCHER A LA ROUE CODEUSE APRES ASSEMBLAGE

6.0 SOUS-ENSEMBLE EMETTEUR



6.1 Vérifier visuellement que les broches de raccordement du corps sont bien droites et les redresser si nécessaire.
6.2 Aligner le sous-ensemble bien parallèle au rebord du corps du codeur. Introduire le tenon du sous-ensemble émetteur dans le trou correspondant du corps du codeur, puis appuyer jusqu'au verrouillage.
6.3 Vérifier visuellement l'assise correcte du sous-ensemble émetteur.

7.0 REGLAGE DE LA PHASE



7.1 La procédure ci-après doit être exécutée lors du réglage de phase des voies A et B.
7.2 Connecter le câble du codeur.
7.3 Faire tourner le moteur. La phase correspond au sens de rotation du moteur. Voir les formes d'onde en sortie et les définitions. A l'aide d'un oscilloscope ou d'un phasemètre, régler le codeur pour minimiser l'erreur de phase, en déplaçant le codeur en avant ou en arrière sur le plan de montage comme l'indique la flèche. Voir la note d'applications 1011 pour le circuit du phasemètre.
7.4 Manipuler le codeur avec précaution jusqu'à ce que la colle soit sèche. Temps de séchage : 2 heures à 70°C ou 24 heures à température ambiante.

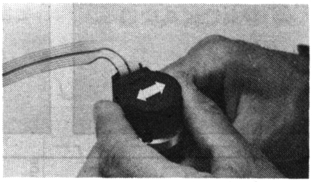
Note : après le montage, le codeur ne doit être soumis à aucune contrainte mécanique susceptible de provoquer un décalage de la position du codeur par rapport au plan de montage.

EXTRACTION DE LA ROUE CODEUSE

Au cas où il serait nécessaire de retirer la roue codeuse pour une raison quelconque une fois la colle sèche, utiliser l'extracteur de la façon suivante :

1 Retirer le sous-ensemble émetteur en introduisant la lame d'un tournevis dans les fentes situées sur le pourtour du rebord du codeur. Eviter de tordre les conducteurs.
2 Tourner la vis de l'extracteur dans le sens anti-horaire jusqu'à ce que son extrémité ne dépasse plus.
3 Glisser les griffes de l'extracteur dans la gorge de l'axe creux de la roue codeuse.
4 En maintenant solidement le corps du codeur, faire tourner la vis à tête moletée jusqu'à ce que son extrémité vienne en contact de l'axe du moteur.
5 En continuant à faire tourner la vis, les griffes extraient la roue codeuse de l'axe après avoir brisé la colle.
6 Nettoyer l'arbre moteur avant de remonter une autre roue codeuse.

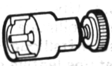
8.0 REGLAGE DE L'IMPULSION D'INDEXAGE (HEDS-5010)



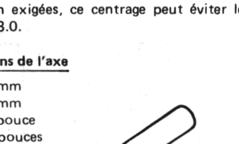
8.1 Pour certaines applications, l'impulsion d'indexage doit être alignée avec les voies principales de données. La position de l'impulsion d'indexage et la phase doivent être réglées simultanément. Cette procédure permet de mettre la phase de l'indexage à zéro.
8.2 Connecter le câble du codeur.
8.3 Faire tourner le moteur. A l'aide d'un oscilloscope ou d'un phasemètre, régler pour minimiser l'erreur de phase (voir 7.3).
8.4 A l'aide d'un oscilloscope et du circuit de 1.4, régler le déclenchement pour le bord arrière de la sortie I. Régler l'impulsion d'indexage afin que les largeurs de T_1 et T_2 soient égales. Le réglage se fait en déplaçant l'ensemble émetteur comme l'indique la flèche.
8.5 Revérifier le réglage de la phase.
8.6 Refaire les opérations 8.3 - 8.5 jusqu'au moment où la phase et la position de l'impulsion d'indexage sont correctes.
8.7 Manipuler le codeur avec précaution jusqu'à ce que la colle soit sèche. Temps de séchage : 2 heures à 70°C ou 24 heures à température ambiante.

OUTILLAGE — Disponible chez Hewlett-Packard

a) Extracteur de moyeu HEDS-8920
Permet d'extraire la roue codeuse de l'axe une fois l'époxy sèche.



b) Gabarit d'écartement HEDS-8922
A utiliser au lieu d'un micromètre pour des montages en grand nombre.

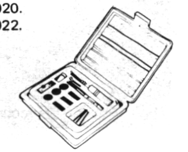


c) Gabarits de centrage HEDS-892X
Facilitent le montage en grand nombre et servent lors de la phase 3.0 à centrer le corps du codeur par rapport à l'axe et à localiser les trous correspondant aux vis. En fonction de la résolution et la précision exigées, ce centrage peut éviter les réglages de phases 7.0 et 8.0.

Références	Dimensions de l'axe
HEDS-8923	2 mm
HEDS 8924	3 mm
HEDS-8925	1/8 pouce
HEDS-8926	5/32 pouces
HEDS-8927	3/16 pouces
HEDS-8928	1/4 pouce
HEDS-8929	4 mm
HEDS-8931	5 mm



d) Kit d'outillage HEDS-8930 HEDS-5000
1 Tournevis à griffes.
1 Tournevis dynamométrique (0,36 cm/kg).
1 Extracteur de moyeu HEDS-8920.
1 Gabarit d'écartement HEDS-8922.
1 Mallette.



HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

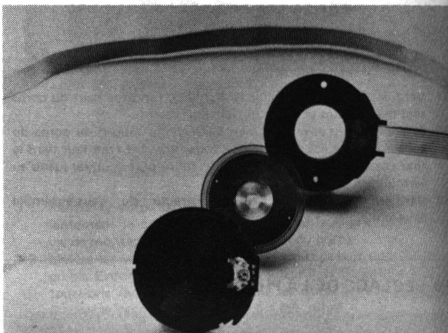
CODEUR OPTIQUE INCRÉMENTIEL DEUX ET TROIS VOIES ∅ = 56 mm

SERIE HEDS-6000

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- 192-1024 CYCLES/TOUR
- AUTRES RESOLUTIONS DISPONIBLES
- MONTAGE RAPIDE
- JEU LONGITUDINAL ADMISSIBLE EN BOUT D'AXE 0,25 mm
- SORTIE NUMERIQUE COMPATIBLE TTL
- ALIMENTATION UNIQUE 5 V
- PLAGE DE TEMPERATURE DE FONCTIONNEMENT ETENDUE
- FIABILITE INHERENTE AU SEMI-CONDUCTEUR
- IMPULSION D'INDEXAGE



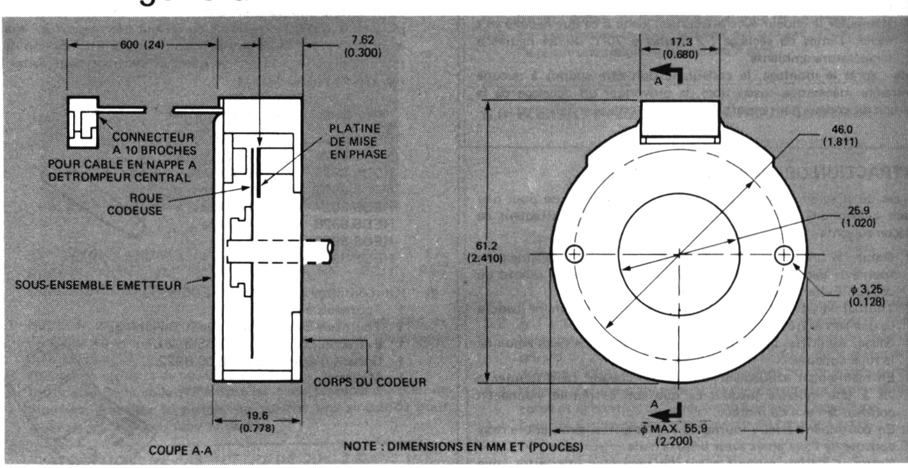
Description

La série HEDS-6000 comporte un codeur optique incrémentiel à très haute résolution caractérisé par une grande facilité de montage et par sa fiabilité. L'ensemble, dont le diamètre ne dépasse pas 56 mm, est constitué de trois éléments : le corps, la roue codeuse métallique et le sous-ensemble émetteur. Une source à DEL et une lentille transmettent le faisceau collimaté du module émetteur par une roue codeuse métallique de précision, une platine de mise en phase et une lentille de focalisation double.
La lumière focalisée arrive sur deux paires de détecteurs de lumière juxtaposés qui génèrent deux signaux carrés en quadrature à la sortie et une impulsion d'indexage optionnelle. La collimation et la configuration du détecteur améliorent la fiabilité à long terme en diminuant l'influence du jeu et de l'excentricité de l'axe ainsi que de la dégradation de la DEL. Le raccordement des sorties et de l'alimentation se fait à l'aide d'un câble en nappe de 60 cm équipé d'un connecteur à dix broches.
Différentes tailles sont disponibles pour l'axe et des résolutions entre 192 et 1024 cycles/tour peuvent être obtenues en option. La référence du codeur standard à deux voies est HEDS-6000; la référence du codeur à trois voies avec impulsion d'indexage est HEDS-6010. Pour plus de détails, voir les modalités de commande.

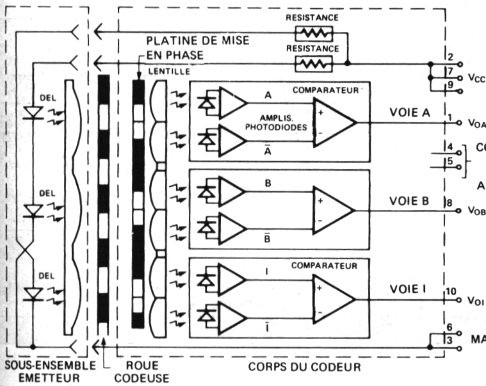
Applications

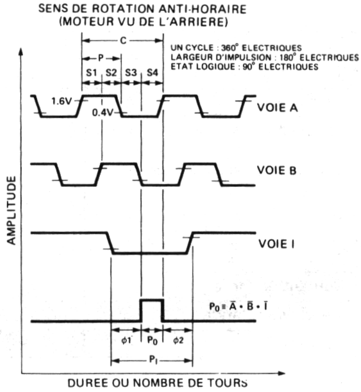
Imprimantes, traceurs de courbes, entraînement de bandes, table de positionnement, manipulateurs automatiques, robots et tous les autres systèmes à base de servo-mécanismes nécessitant des codeurs à hautes performances.

Schéma général



Synoptique et formes d'ondes en sortie





Fonctionnement

Le principe du codeur est basé sur la transmission d'un faisceau lumineux par un disque percé de fentes régulièrement espacées sur son pourtour. Les impulsions de lumière ainsi générées sont alors converties en impulsions électriques.

Dans le HEDS-6XXX, la source lumineuse est une DEL émettant un faisceau de rayons parallèles grâce à une lentille moulée. Le sous-ensemble émetteur contient deux ou trois sources identiques, une par voie.

La roue codeuse standard est un disque de métal sur lequel sont ménagées N fenêtres régulièrement espacées sur son pourtour. Une platine de mise en phase possède une ouverture avec un système de réglage. Le faisceau lumineux est transmis seulement lorsqu'une fenêtre de la roue codeuse et l'ouverture sont alignées; ainsi, pendant un tour complet de l'axe, il y a alternativement N périodes d'éclairement séparées par autant de périodes d'obscurité. Une lentille moulée montée derrière la platine de mise en phase focalise la lumière sur un détecteur au silicium.

Le corps du codeur contient la platine de mise en phase et les éléments de détection pour deux ou trois voies. Chaque voie est composée d'un circuit intégré à deux photodiodes suivies de leur amplificateur, d'un comparateur et d'un circuit de sortie.

Les ouvertures devant chaque photodiode sont disposées afin qu'une période d'éclairement d'un détecteur corresponde à une période d'obscurité pour l'autre. Après amplification, le signal issu des photodiodes est appliqué à l'entrée d'un comparateur dont le signal de sortie change d'état lorsque le signe de la différence des deux photocourants s'inverse (montage push-pull). La deuxième voie se présente de la même façon, mais la position de ses fenêtres donne une sortie qui est en quadrature par rapport à la première voie (déphasage de 90°). Le sens de rotation est défini en recherchant celle des deux voies qui fournit le signal en avance. Les sorties sont des signaux logiques TTL.

La voie d'indexage optionnelle présente une configuration optique et électrique semblable à celle des voies A et B décrites ci-dessus. Typiquement, une impulsion d'indexage a une largeur d'un cycle et est générée pour chaque tour de la roue codeuse. A l'aide de l'interface logique recommandée, un état logique unique (P_0) peut être identifié si cette précision est requise.

Le montage du kit en trois parties se fait en fixant le corps sur le plan de montage, au moyen de deux vis. La roue codeuse est réglée à l'intervalle et est fixée à l'axe. La pose du couvercle (sous-ensemble émetteur) sur le corps termine le montage. Le seul réglage nécessaire est le centrage du codeur par rapport à l'axe, afin d'optimiser la quadrature et la sortie de l'impulsion d'indexage optionnelle.

Les impulsions d'indexage

Les circuits d'interface du codeur et de détection du mouvement déterminent la nécessité d'établir une relation entre l'impulsion d'indexage et les voies principales de données. Une position unique de l'axe s'identifie en utilisant la sortie de l'impulsion d'indexage seulement ou en associant logiquement l'impulsion d'indexage aux voies de données A et B. L'impulsion d'indexage du HEDS-6010 peut être associée avec les voies de données A et B de différentes façons, pour apporter une souplesse maximale. On peut utiliser la largeur de l'état, le temps de transition ou la largeur des impulsions. La position de l'impulsion d'indexage par rapport aux voies principales de données peut être aisément réglée pendant l'assemblage comme il apparaît aux procédures correspondantes.

Définitions

Degrés électriques :

1 tour de l'axe = 360° d'angle
= N cycles électriques

1 cycle = 360° électriques

Erreur de positionnement :

Différence angulaire entre la position réelle de l'axe et sa position théorique calculée en comptant les cycles du codeur.

Erreur de cycle :

Indication de l'uniformité des cycles. La différence entre l'angle observé de l'axe qui permet d'atteindre un cycle électrique et l'incrément angulaire nominal de 1/N de tour.

Phase :

Angle qui correspond à l'écart entre le centre de l'impulsion A et le centre de l'impulsion B.

Phase de l'indexage :

Dans le sens anti-horaire (voir l'illustration précédente), la phase de l'indexage se définit comme suit :

$$\Phi_I = \frac{(\phi_1 - \phi_2)}{2} \cdot$$

ϕ_1 est l'angle en degrés électriques entre le front arrière de I et le front arrière de B. ϕ_2 est l'angle en degrés électriques entre le front avant de A et le front avant de I.

Erreur de phase de l'indexage :

Cette erreur ($\Delta\Phi_I$) décrit le changement de la position de l'impulsion d'indexage après le montage, par rapport aux voies A et B et par rapport aux conditions de fonctionnement recommandées.

Valeurs limites absolues

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité	Note
Température de stockage	T_S	– 55	100	°C	
Température de fonctionnement	T_A	– 55	100	°C	Voir note 1
Vibrations			20	g	Voir note 1
Jeu axial de l'axe			0,58	mm TIR	
Excentricité de l'axe plus jeu radial			0,25	mm TIR	Le mouvement doit être limité même en cas de choc
Tension d'alimentation	V_{CC}	– 0,5	7	V	
Tension de sortie	V_O	– 0,5	V_{CC}	V	
Courant de sortie	I_O	– 1	5	mA	
Vitesse de rotation			12.000	tr/mn	
Accélération	α		250.000	rad. s^{-2}	

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité	Note
Température	T	– 20	85	°C	Atmosphère sans condensation
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,5	5,5	V	Ondulation < 100 mV crête à crête
Ecartement de la roue codeuse			1,1	mm	Ecartement nominal = 0,76 mm lorsque l'axe est à l'écartement minimal
Perpendicularité de l'axe plus jeu radial			0,25	mm TIR	
Excentricité de l'axe plus jeu radial			0,04	mm TIR	A 10 mm de la surface de référence
Capacité	C_L		100	pF	

Caractéristiques de codage

Les spécifications suivantes s'appliquent dans les limites de conditions de fonctionnement recommandées et décrivent les performances à 1000 cycles/tr (N = 1000). Certaines caractéristiques de codage s'améliorent avec un nombre de cycles décroissant (N). Voir la note d'applications 1011 pour plus de précisions.

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note (voir la définition)
Erreur de position angulaire	ΔΘ		7	18	minutes d'arc	1 cycle = 21,6 mn, voir figure 5
Erreur sur le cycle	ΔC		3	5,5	degrés électr.	
Fréquence de comptage max.	f_{MAX}	130.000	200.000		Hz	f = vitesse (tr/mn) x N/60
Erreur sur la largeur d'impulsion	ΔP		12		degrés électr.	T = 25°C, f = 8 kHz voir note 2
Sensibilité de la phase à l'excentricité			227		degrés électr./mm	
Sensibilité de la phase au jeu axial			20		degrés électr./mm	
Erreur sur la largeur de l'état logique	ΔS		25		degrés électr.	T = 25°C, f = 8 kHz voir note 2
Largeur de l'impulsion d'indexage	P_I		360		degrés électr.	T = 25°C, f = 8 kHz voir note 3
Erreur de phase de l'impulsion d'indexage	$\Delta\Phi_I$		0	17	degrés électr.	Voir notes 4, 5
Plage de réglage de l'impulsion d'indexage			± 165		degrés électr.	

Caractéristiques mécaniques

Paramètre	Symbole	Dimension	Tolérance	Unité	Note
Dimensions extérieures		voir schémas mécaniques			
Roue codeuse disponible pour les diamètres standard d'axe suivants		4 6 8	+ 0,000 − 0,015	mm	
		0,48 0,95 0,63 1,27 0,79 1,59	+ 0,000 − 0,002	mm	
Moment d'inertie	J	7,7		gcm^2	
Longueur d'axe nécessaire		15,9	± 0,6	mm	Voir figure 10 Axe dans la position pour laquelle il est le plus court
Diamètre d'inscription des vis de fixation		46	± 0,13	mm	Voir figure 10
Type et dimensions des vis de fixation		2,5 x 0,45 x 5 OU N° 2-56 x 3/16 tête auto-bloquante		mm pouces	

Caractéristiques électriques

Dans les conditions de fonctionnement recommandées (typiques à 25°C).

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Courant d'alimentation	I_{CC}		21	40	mA	HEDS-6000 (2 voies)
			36	60		HEDS-6010 (3 voies)
Tension de sortie niveau haut	V_{OH}	2,4			V	I_{OH} = − 40 μA max.
Tension de sortie niveau bas	V_{OL}			0,4	V	I_{OL} = 3,2 mA
Temps de montée	t_r		0,5		μs	C_L = 25 pF, R_L = 11 K
Temps de descente	t_f		0,2		μs	Voir note 6
Capacité du câble	C_{CO}		12		pF/m	Fil de sortie relié à la masse

Notes :

1. La structure du HEDS-6000 a été testée avec succès jusqu'à 20 g. Dans un environnement à fortes vibrations, l'emploi est limité aux basses fréquences (déplacements importants) par la fatigue des câbles et aux hautes fréquences par les résonances de la roue codeuse. La fréquence de résonance dépend de la matière dont la roue codeuse est faite et du nombre de fentes par tour. En dessous de − 20°C, le câble en nappe devient friable et sensible aux mouvements. La température maximale de fonctionnement et de stockage prend en compte la surface du plan de montage du codeur. Pour plus de détails, consulter l'usine. Voir la note d'applications 1011.
2. Dans un lot monté correctement, 99% des unités travaillant à 25°C et 8 kHz doivent présenter une erreur sur la largeur d'impulsion inférieure à 32° électriques et une erreur sur la largeur d'état inférieure à 40° électriques. Pour calculer l'erreur aux autres vitesses et aux autres températures, ajouter les valeurs indiquées sur les figures 1 ou 2 aux valeurs typiques spécifiées sous les caractéristiques de codage ou aux valeurs de 99% maximum décrites plus haut dans cette note.
3. Dans un lot correctement assemblé, 99% des unités travaillant à 25°C et 8 kHz doivent avoir une largeur d'impulsion d'indexage supérieure à 260° électriques et inférieure à 460° électriques. Pour calculer les largeurs d'impulsions d'indexage aux autres vitesses et températures, ajouter les valeurs spécifiées aux figures 3 et 4 à la largeur d'impulsion de 360° typique ou aux valeurs de 99% maximum décrites dans cette note.
4. La phase de l'indexage est ajustée au montage. L'erreur de phase est la variation maximale attendue de la phase de l'indexage sur toute la bande de température et jusqu'à 50 kHz, après réglage au montage de la position de l'impulsion d'indexage.
5. La plage de réglage indique la dérive prévue du centre de l'impulsion d'indexage par rapport au centre de l'état bas-bas. Lorsque l'impulsion d'indexage est centrée sur les états bas-bas des voies A et B comme il apparaît à la figure 2, un état P_0 unique peut être défini une fois par tour dans les conditions de fonctionnement recommandées et jusqu'à 25 kHz. La figure 6 montre comment P_0 peut s'obtenir à partir des sorties de la voie A, de la voie B et de I.
6. Le temps de montée est fonction essentiellement de la constante de temps RC de R_L et C_L. Un temps de montée supérieur peut être atteint avec une valeur inférieure de R_L ou C_L. Il est recommandé de ne pas dépasser la valeur de I_{OL} dans le cas le plus défavorable.

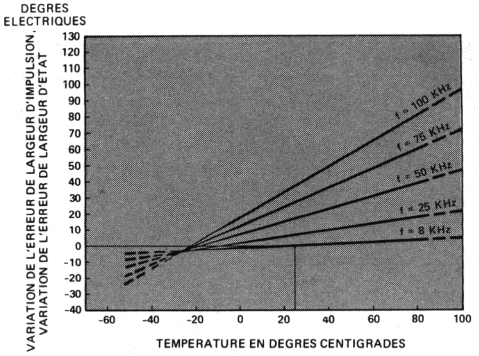


FIGURE 1 — Variation typique de l'erreur de largeur d'impulsion ou de l'erreur de largeur d'état provoquée par la vitesse et la température

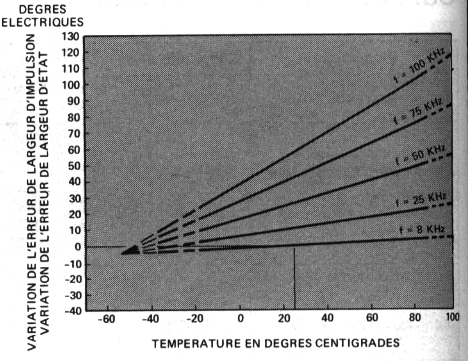


FIGURE 2 — Variation maximale de l'erreur de largeur d'impulsion ou de l'erreur de largeur d'état provoquée par la vitesse et la température

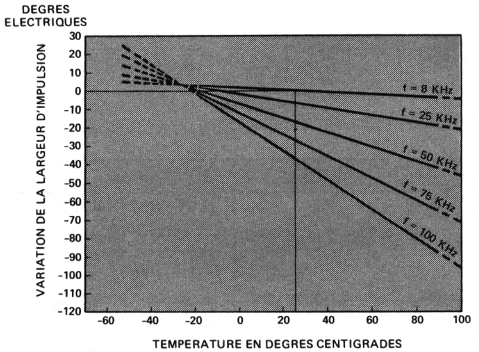


FIGURE 3 — Variation typique de la largeur d'impulsion d'indexage provoquée par la vitesse et la température

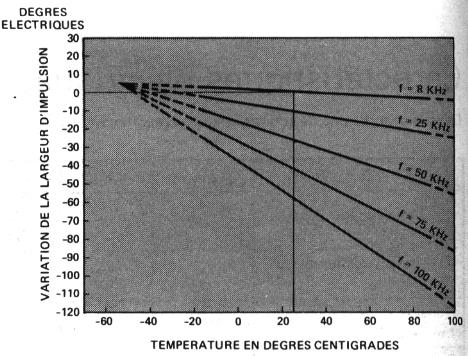


FIGURE 4 — Variation maximale de la largeur d'impulsion d'indexage provoquée par la vitesse et la température

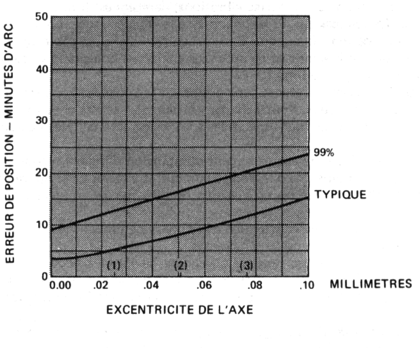
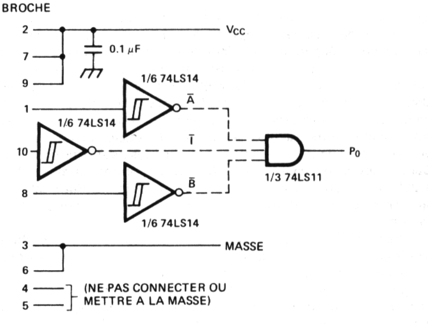


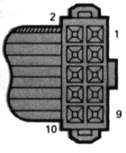
FIGURE 5 — Erreur de positionnement en fonction de l'excentricité de l'axe



LES TIRETS REPRESENTENT UN CIRCUIT OPTIONNEL D'ADDITION DE L'INDEX. LA SERIE 74 STANDARD POURRAIT AUSSI ETRE UTILISEE POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE CIRCUIT.

FIGURE 6 — Circuit d'interface recommandé

BROCHAGE



N° DE BROCHE	FONCTION
1	VOIE A
2	V_{CC}
3	MASSE
4	N.C. OU MASSE
5	N.C. OU MASSE
6	MASSE
7	V_{CC}
8	VOIE B
9	V_{CC}
10	VOIE I

CONNECTEUR CORRESPONDANT :
BERG 65-692-001 OU EQUIVALENT

FIGURE 7 – Connecteur

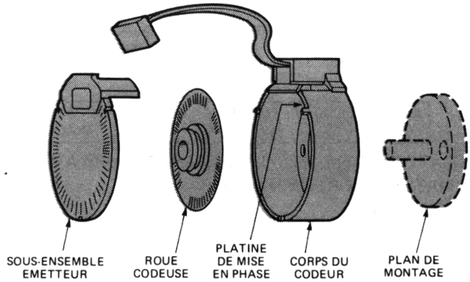


FIGURE 8 – Kit du codeur HEDS-6000

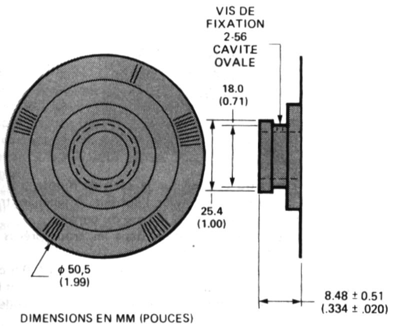


FIGURE 9 – Roue codeuse

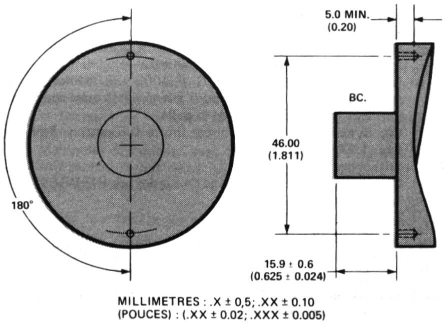


FIGURE 10 – Codes de montage

Références de commande

HEDS-6 [1] [6] [B]

OPTION* [ ] [ ]

RESOLUTION (CYCLES PAR TOUR)

D – 192 CPT
E – 200 CPT
H – 400 CPT
A – 500 CPT
I – 512 CPT
B – 1000 CPT
J – 1024 CPT
NOTE : AUTRES RESOLUTIONS DISPONIBLES SUR DEMANDE

DIAMETRE DE L'AXE

05 – 0,48 mm
06 – 0,63 mm
07 – 0,79 mm
08 – 0,95 mm
09 – 1,27 mm
10 – 1,59 mm
11 – 4 mm
12 – 6 mm
13 – 8 mm
00 – POUR COMMANDER DES CORPS DE CODEURS

TYPE DE PRODUIT

0 – 56 mm KIT COMPLET
1 – 56 mm ROUE CODEUSE
2 – 56 mm CORPS
3 – SOUS-ENSEMBLE EMETTEUR*

SORTIES

0 – 2 VOIES NUMERIQUES
1 – 3 VOIES NUMERIQUES

CONFIGURATION MECANIQUE

0 – 0,6 mm CABLE

* AUCUNE OPTION N'EST SPECIFIEE A LA COMMANDE DU SOUS-ENSEMBLE EMETTEUR SEUL.

Kit d'assemblage (voir la note d'applications 1011)

La méthode suivante assure un montage rapide et correct. Cette procédure peut être aménagée pour un nombre important de montages lorsque l'on utilise un outillage personnalisé. Dans le cas d'applications en grand nombre, le montage du codeur peut être effectué en 30 secondes.
Note : l'écartement entre la roue codeuse et la platine de mise en phase doit être réglé entre 0,38 mm et 1,14 mm.

AVERTISSEMENT : MANIER LA COLLE AVEC PRECAUTION. BIEN SE CONFORMER AUX RECOMMANDATIONS DU CONSTRUCTEUR

LIRE ATTENTIVEMENT TOUTE LA PROCEDURE AVANT DE COMMENCER

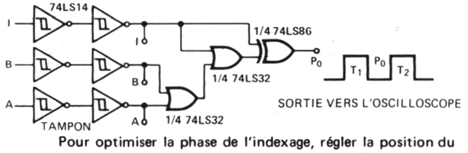
1.0 MATERIAUX RECOMMANDES

1.1 Pièces du codeur
Corps.
Sous-ensemble émetteur.
Roue codeuse.

1.2 Produits d'assemblage
Colle RTV - General Electric 162,
- Dow Corning 3145.
Acétone.
Vis de fixation (2).

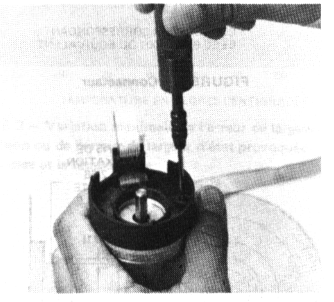
1.3 Outils de montage
a) Tournevis dynamométrique, 0,5 cm/kg.
b) Réglet (rectitude meilleure que 0,1 mm).
c) Oscilloscope (un phasemètre peut être utilisé optionnellement pour l'étalonnage de deux voies).
d) Extracteur. Grip-O-Matic-OTC # 1000 - 2 mâchoires ou équivalent. Outil optionnel pour extraire les roues codeuses.
e) Seringue pour application de la colle.
f) Clé dynamométrique à couple limité 0,5 cm/kg. Embout héx. 1,27 mm/plat.

1.4 Circuits suggérés
a) Circuit suggéré pour le réglage de l'indexage (HEDS-6010).



Pour optimiser la phase de l'indexage, régler la position du codeur pour égaliser la largeur des impulsions T_1 et T_2.
b) Circuit du phasemètre
Recommandé pour l'assemblage de grandes quantités de codeurs. Voir la note d'applications 1011.

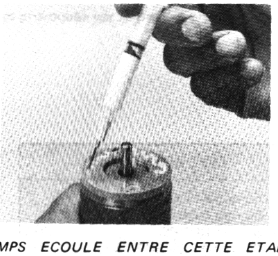
3.0 FIXATION DU CORPS DU CODEUR



3.1 Mettre le corps du codeur sur le plan de montage et tourner lentement le corps pour étaler l'adhésif. Aligner les trous des vis de montage et les trous de la base du corps.
3.2 Mettre les deux vis de fixation dans les trous prévus dans la base du corps (voir la figure).
3.3 Enfoncer les vis dans les trous et serrer jusqu'à 0,5 cm/kg à l'aide du tournevis dynamométrique (voir les notes a et b).
3.4 Il n'est pas encore nécessaire de centrer le corps du codeur.

Notes :
a) Pour ce couple, le corps du codeur ne doit glisser par rapport à la surface que si vous lui appliquez une forte pression avec le pouce.
b) Le tournevis dynamométrique doit être étalonné périodiquement pour vérifier sa précision.

2.0 PREPARATION DES SURFACES

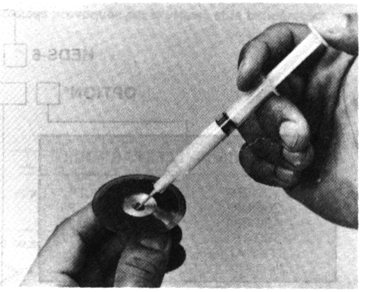


LE TEMPS ECOULE ENTRE CETTE ETAPE ET L'ACHEVEMENT DE L'ETAPE 8 NE DOIT PAS DEPASSER UNE DEMI-HEURE.

2.1 Nettoyer et dégraisser le plan de montage et l'axe avec de l'acétone en veillant à ne pas en introduire dans les roulements du moteur.
2.2 Mettre la colle dans la seringue.
2.3 Introduire de la colle RTV dans les trous taraudés du plan de montage. Encoller la surface en suivant une sinusoïde pour relier les trous des vis (voir ci-dessus).

ATTENTION : NE PAS METTRE DE COLLE DANS LES ROULEMENTS DU MOTEUR

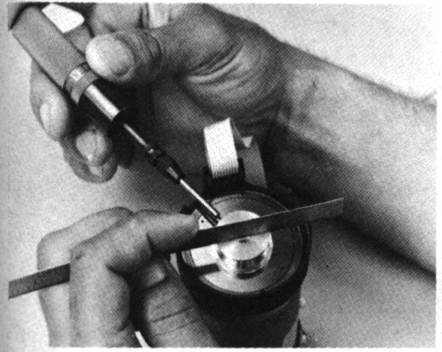
4.0 APPLICATION DE LA COLLE SUR LE MOYEU



ATTENTION : MANIPULER LA ROUE CODEUSE AVEC BEAUCOUP DE SOIN

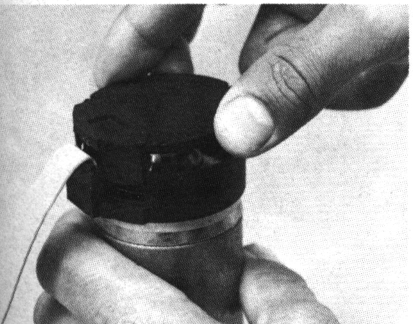
4.1 Vérifier que la vis hexagonale ne pénètre pas dans l'alésage.
4.2 Mettre un peu de colle RTV sur la surface intérieure de l'alésage.
4.3 Etendre la colle RTV régulièrement à l'intérieur de l'alésage.
4.4 En maintenant la roue codeuse par son axe creux, il faut la mettre sur l'axe jusqu'au moment où l'axe s'enfonce environ sur la moitié de l'alésage.

5.0 POSITIONNEMENT DE LA ROUE CODEUSE



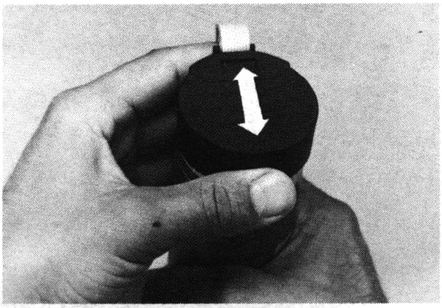
5.1 Mettre la clé dynamométrique sur la vis hexagonale (voir l'illustration).
5.2 Tirer l'extrémité de l'axe vers le bas pour caler le jeu axial. A l'aide du réglet, pousser le haut du moyeu afin qu'il soit au même niveau que le haut du corps du codeur. La clé dynamométrique doit être utilisée pendant ce mouvement pour appliquer une légère force ascendante au moyeu, afin d'assurer le contact continu entre le réglet et le moyeu.
5.3 Serrer la vis à tête creuse à 0,5 cm/kg environ et retirer le réglet.
5.4 L'écartement de la roue codeuse peut maintenant être examiné visuellement afin d'éviter les erreurs grossières. Un écartement nominal de 0,8 mm doit être maintenu.

6.0 SOUS-ENSEMBLE EMETTEUR



6.1 Vérifier visuellement que les broches de raccordement du corps sont bien droites; si nécessaire, redresser les broches.
6.2 Aligner le sous-ensemble émetteur afin que les deux flasques correspondent bien au corps où les broches des conducteurs sont placées. Appuyer sur le sous-ensemble jusqu'au verrouillage.
6.3 Vérifier visuellement l'assise correcte du sous-ensemble émetteur.

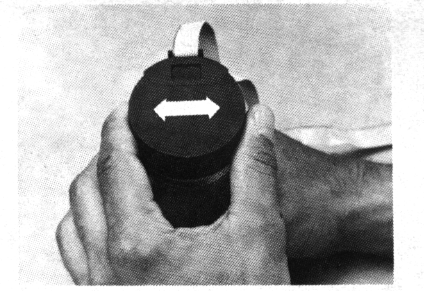
7.0 REGLAGE DE LA PHASE



7.1 La procédure suivante doit être exécutée lors du réglage de phase des voies A et B.
7.2 Raccorder le câble de liaison du codeur.
7.3 Faire tourner le moteur. La phase correspond au sens de rotation du moteur. Voir les formes d'ondes et les définitions. A l'aide d'un oscilloscope ou d'un phasemètre, régler le codeur pour minimiser l'erreur de phase, en déplaçant le codeur en avant ou en arrière sur le plan de montage, comme l'indique la flèche. Voir la note d'applications 1011, pour le circuit du phasemètre.
7.4 Manipuler le codeur avec précaution jusqu'à ce que la colle soit sèche. Temps de séchage : 2 heures à 70°C ou 24 heures à température ambiante.

Note :
Après le montage, le codeur ne doit plus être soumis à une contrainte mécanique susceptible de provoquer un décalage de la position du codeur par rapport au plan de montage.

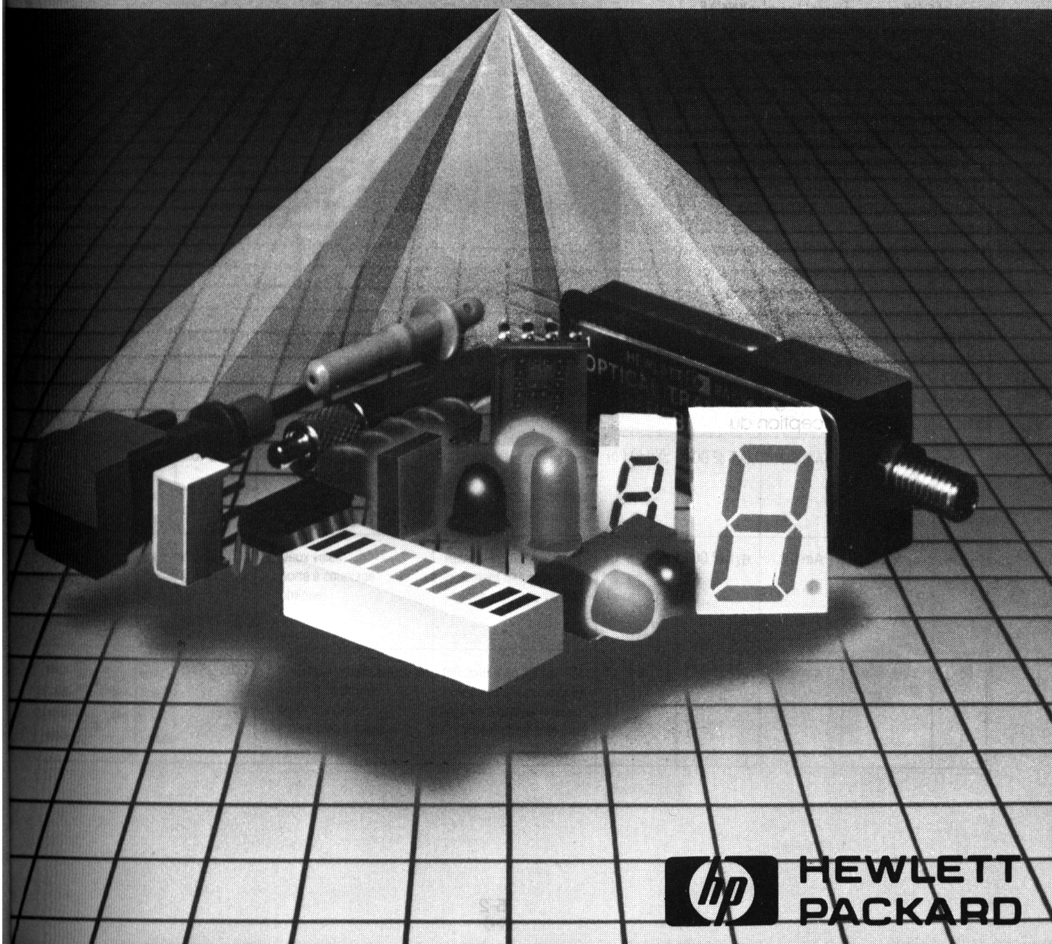
8.0 REGLAGE DE L'IMPULSION D'INDEXAGE (HEDS-6010)



8.1 Pour certaines applications, l'impulsion d'indexage doit être alignée avec les voies principales de données. La position de l'impulsion d'indexage et la phase doivent être réglées simultanément. Cette procédure permet de mettre la phase de l'indexage à zéro.
8.2 Connecter le câble du codeur.
8.3 Faire tourner le moteur. A l'aide d'un oscilloscope ou d'un phasemètre, régler pour minimiser l'erreur de phase (voir 7.3).
8.4 A l'aide d'un oscilloscope et du circuit de 1.4, régler le déclenchement pour le bord arrière de la sortie P_I. Régler l'impulsion d'indexage afin que les largeurs de T_1 et T_2 soient égales. Le réglage se fait en déplaçant l'ensemble émetteur comme l'indique la flèche.
8.5 Revérifier le réglage de la phase.
8.6 Refaire les opérations 8.3 - 8.5 jusqu'au moment où la phase et la position de l'impulsion d'indexage sont correctes.
8.7 Manipuler le codeur avec précaution jusqu'à ce que la colle soit sèche. Temps de séchage : 2 heures à 70°C ou 24 heures à température ambiante.

5. Photocoupleurs

- Photocoupleurs à grande vitesse
- Photocoupleurs à grand gain
- Photocoupleurs à faible consommation
- Photocoupleurs à boucle de courant 20 mA
- Possibilité de déverminage pour photocoupleurs plastiques
- Photocoupleurs hermétiques



Photocoupleurs

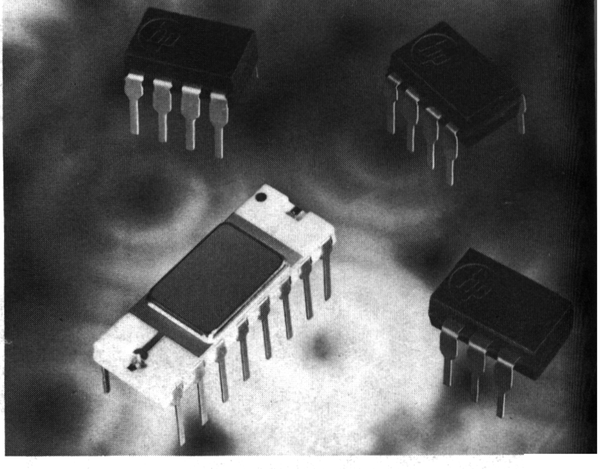
L'approche originale de Hewlett-Packard orientée vers l'intégration des circuits de sortie des détecteurs donne à sa famille de photocoupleurs des performances que l'on n'obtient pas avec les photocoupleurs traditionnels à sortie par phototransistors. La gamme HP permet de résoudre économiquement et avec de très grandes performances tous les problèmes de boucles de masse et de bruits induits en mode commun dans les dispositifs analogiques ou numériques installés sur des équipements industriels et militaires.

Cette famille de photocoupleurs recouvre un large éventail de caractéristiques, parmi lesquelles : une entrée à détection de seuil CA ou CC programmable, avec sortie logique ; des vitesses pouvant atteindre 10 Mb/s ; des rapports de transfert allant jusqu'à 700 % avec des courants d'entrée aussi faibles que 0,5 mA. Le modèle HCPL-2200 Hewlett-Packard garantit un temps de propagation de 400 ns maximum, entre 0 et 85 °C, avec une gamme de tensions d'alimentation (Vcc) de 4,5 V à 20 V et une intensité d'entrée réduite à 6 mA. En outre, la valeur élevée du CMR (1000 V/µs) et l'hystérésis intégrée permettent de garantir la fiabilité de la conception du circuit.

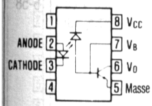
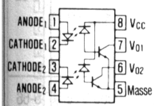
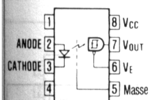
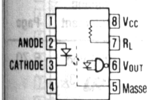
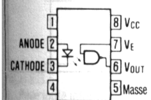
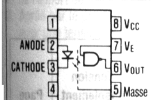
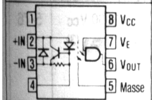
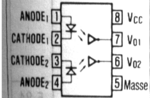
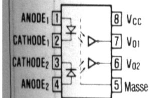
D'autres photocoupleurs à très grande linéarité sont intéressants en analogique. Un récepteur de ligne à couplage optique peut être relié directement à une ligne bifilaire sans aucun circuit de correction ou d'adaptation complémentaire. Certains photocoupleurs assurent des fonctions complètes d'émission et de réception isolées pour une boucle de courant de 20 mA. Sur demande, Hewlett-Packard peut vous fournir des programmes de déverminage et de tests spéciaux pour ses photocoupleurs plastique. Pour plus de détails, reportez-vous au chapitre Haute Fiabilité (page 8-7).

La plupart de ces produits existent en version double ou en boîtiers DIP hermétiques. Pour les applications professionnelles et militaires, Hewlett-Packard dont la compétence est reconnue, peut fournir des produits de très haute qualité au plus juste prix.

Le plus récent des photocoupleurs Hewlett-Packard, le HCPL-2300, a pour originalité de garantir une faible intensité seuil de 0,5 mA, avec une vitesse de transmission de données de 5 MBauds garantie en température. En outre, on peut choisir le modèle HCPL-2300 lorsque l'intensité seuil est très faible, de l'ordre de 150 µA.



Photocoupleurs à grande vitesse

Modèle		Description	Applications[1]	Vitesse de transmission typique (NRZ)	Rapport de transfert en courant	Courant d'entrée spécifié	Tension d'isolement	Page
	6N135	Sortie par transistor	Récepteur de ligne, circuits analogiques, isolement des masses TTL/CMOS et TTL/LSTTL	1 M bit/s	7 % Min.	16 mA	3000 V cc UL (3)	5-6
	6N136				19 % Min.			
	HCPL-2502				15-22 % [2]			
	HCPL-2503		Interface logique LSTTL/LSTTL	250 K bit/s	15 % Min.	8 mA		5-10
	SL5505		Circuits téléphoniques, agréé par le CNET	1 M bit/s	15 % Min. 40 % Max.	16 mA	1500 V cc	5-15
	HCPL-2530	Deux voies, sortie par transistor	Récepteur de ligne, circuits analogiques, isolement des masses TTL/CMOS et TTL/LSTTL	1 M bit/s	7 % Min.	16 mA	3000 V cc UL (3)	5-17
	HCPL-2531				19 % Min.			
	HCPL-2533		Interface logique TTL/LSTTL	250 K bit/s	12 % Min.			5-21
			Interface logique TTL/LSTTL		15 % Min.	8 mA		
	HCPL-2200	Faible courant d'entrée porte logique à couplage optique V_{CC} = 20 V Max.	Logique à grande vitesse isolement des masses Interface logique LSTTL, TTL, CMOS	5 M bit/s	sortie 3 états	1.6 mA		5-26
	HCPL-2300	Faible courant d'entrée, photocoupleur à grande vitesse	Récepteur de ligne longue distance à grande vitesse, interface avec des périphériques d'ordinateurs, interface logique CMOS	5 M bit/s	160[illegible] Min.	0.5 mA	3000 V cc UL[3]	5-30
	6N137	Porte logique à couplage optique	Récepteur de ligne, isolement de la masse en logique à grande vitesse	10 M bit/s	700 % Typ.	5.0 mA	3000 V cc UL[3]	5-36
	HCPL-2601	Forte réjection en mode commun, porte logique à couplage optique	Récepteur de ligne, isolement de la masse en logique à grande vitesse en zone de bruits de fond ou induits importants	10 M bit/s	700 % Typ.	5.0 mA	3000 V cc UL[3]	5-40
	HCPL-2602	Récepteur de ligne à couplage optique	Remplace les récepteurs de ligne traditionnels en zone de bruits de fond ou induits importants	10 M bit/s	700 % Typ.	5.0 mA	3000 V cc UL (3)	5-44
	HCPL-2630	Deux voies, porte à couplage optique	Récepteur de ligne, isolement des masses en logique à grande vitesse	10 M bit/s	700 % Typ.	5.0 mA	3000 V cc UL[3]	5-50
	HCPL-2631	Deux voies, forte réjection en mode commun, porte logique à couplage optique	Récepteur de ligne, isolement des masses en logique à grande vitesse en zone de bruits de fond ou induits importants	10 M bit/s	700 % Typ.	5.0 mA	3000 V cc UL (3)	5-54

PHOTOCOUPLEURS

Photocoupleurs

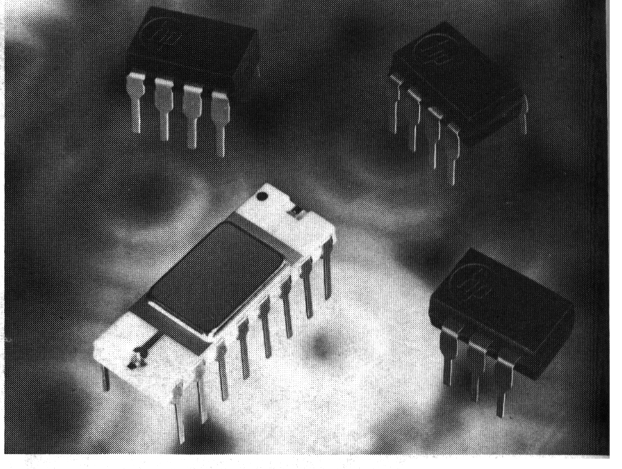
L'approche originale de Hewlett-Packard orientée vers l'intégration des circuits de sortie des détecteurs donne à sa famille de photocoupleurs des performances que l'on n'obtient pas avec les photocoupleurs traditionnels à sortie par phototransistors. La gamme HP permet de résoudre économiquement et avec de très grandes performances tous les problèmes de boucles de masse et de bruits induits en mode commun dans les dispositifs analogiques ou numériques installés sur des équipements industriels et militaires.

Cette famille de photocoupleurs recouvre un large éventail de caractéristiques, parmi lesquelles : une entrée à détection de seuil CA ou CC programmable, avec sortie logique ; des vitesses pouvant atteindre 10 Mb/s ; des rapports de transfert allant jusqu'à 700 % avec des courants d'entrée aussi faibles que 0,5 mA. Le modèle HCPL-2200 Hewlett-Packard garantit un temps de propagation de 400 ns maximum, entre 0 et 85 °C, avec une gamme de tensions d'alimentation (Vcc) de 4,5 V à 20 V et une intensité d'entrée réduite à 6 mA. En outre, la valeur élevée du CMR (1000 V/μs) et l'hystérésis intégrée permettent de garantir la fiabilité de la conception du circuit.

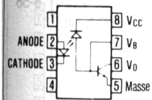
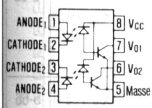
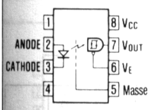
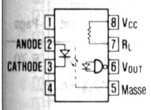
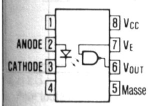
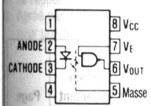
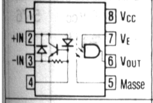
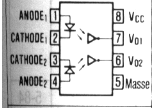
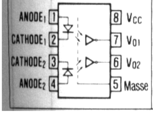
D'autres photocoupleurs à très grande linéarité sont intéressants en analogique. Un récepteur de ligne à couplage optique peut être relié directement à une ligne bifilaire sans aucun circuit de correction ou d'adaptation complémentaire. Certains photocoupleurs assurent des fonctions complètes d'émission et de réception isolées pour une boucle de courant de 20 mA. Sur demande, Hewlett-Packard peut vous fournir des programmes de déverminage et de tests spéciaux pour ses photocoupleurs plastique. Pour plus de détails, reportez-vous au chapitre Haute Fiabilité (page 8-7).

La plupart de ces produits existent en version double ou en boîtiers DIP hermétiques. Pour les applications professionnelles et militaires, Hewlett-Packard dont la compétence est reconnue, peut fournir des produits de très haute qualité au plus juste prix.

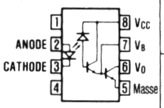
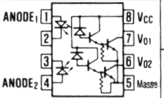
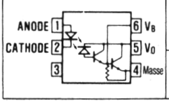
Le plus récent des photocoupleurs Hewlett-Packard, le HCPL-2300, a pour originalité de garantir une faible intensité seuil de 0,5 mA, avec une vitesse de transmission de données de 5 MBauds garantie en température. En outre, on peut choisir le modèle HCPL-2300 lorsque l'intensité seuil est très faible, de l'ordre de 150 μA.



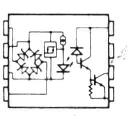
Photocoupleurs à grande vitesse

Modèle		Description	Applications[1]	Vitesse de transmission typique (NRZ)	Rapport de transfert en courant	Courant d'entrée spécifié	Tension d'isolement	Page
	6N135	Sortie par transistor	Récepteur de ligne, circuits analogiques, isolement des masses TTL/CMOS et TTL/LSTTL	1 M bit/s	7 % Min.	16 mA	3000 V cc UL (3)	5-6
	6N136				19 % Min.			
	HCPL-2502				15-22 % [2]			
	HCPL-2503		Interface logique LSTTL/LSTTL	250 K bit/s	15 % Min.	8 mA		5-10
	SL5505		Circuits téléphoniques, agréé par le CNET	1 M bit/s	15 % Min. 40 % Max.	16 mA	1500 V cc	5-15
	HCPL-2530	Deux voies, sortie par transistor	Récepteur de ligne, circuits analogiques, isolement des masses TTL/CMOS et TTL/LSTTL	1 M bit/s	7 % Min.	16 mA	3000 V cc UL (3)	5-17
	HCPL-2531				19 % Min.			
	HCPL-2533		Interface logique TTL/LSTTL	250 K bit/s	12 % Min.			5-21
			Interface logique TTL/LSTTL		15 % Min.	8 mA		
	HCPL-2200	Faible courant d'entrée porte logique à couplage optique V_{CC} = 20 V Max.	Logique à grande vitesse isolement des masses Interface logique LSTTL, TTL, CMOS	5 M bit/s	sortie 3 états	1.6 mA		5-26
	HCPL-2300	Faible courant d'entrée, photocoupleur à grande vitesse	Récepteur de ligne longue distance à grande vitesse, interface avec des périphériques d'ordinateurs, interface logique CMOS	5 M bit/s	160u Min.	0.5 mA	3000 V cc UL [3]	5-30
	6N137	Porte logique à couplage optique	Récepteur de ligne, isolement de la masse en logique à grande vitesse	10 M bit/s	700 % Typ.	5.0 mA	3000 V cc UL [3]	5-36
	HCPL-2601	Forte réjection en mode commun, porte logique à couplage optique	Récepteur de ligne, isolement de la masse en logique à grande vitesse en zone de bruits de fond ou induits importants	10 M bit/s	700 % Typ.	5.0 mA	3000 V cc UL [3]	5-40
	HCPL-2602	Récepteur de ligne à couplage optique	Remplace les récepteurs de ligne traditionnels en zone de bruits de fond ou induits importants	10 M bit/s	700 % Typ.	5.0 mA	3000 V cc UL (3)	5-44
	HCPL-2630	Deux voies, porte à couplage optique	Récepteur de ligne, isolement des masses en logique à grande vitesse	10 M bit/s	700 % Typ.	5.0 mA	3000 V cc UL [3]	5-50
	HCPL-2631	Deux voies, forte réjection en mode commun, porte logique à couplage optique	Récepteur de ligne, isolement des masses en logique à grande vitesse en zone de bruits de fond ou induits importants	10 M bit/s	700 % Typ.	5.0 mA	3000 V cc UL (3)	5-54

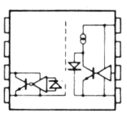
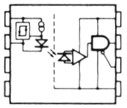
Photocoupleurs à grand gain

Modèle		Description	Applications[1]	Vitesse de transmission typique (NRZ)	Rapport de transfert en courant	Courant d'entrée spécifié	Tension d'isolement	Page
	6N138	Faible tension saturation, sortie grand gain, V_{CC} = 7 V max.	Récepteur de ligne, isolement de la masse en faible courant, TTL/TTL, LSTTL/TTL, CMOS/TTL	300k bit/s	300% Min.	1.6 mA	3000 V cc UR (3)	5-58
	6N139	Faible tension saturation, sortie grand gain, V_{CC} = 18 V max.	Récepteur de ligne, isolement de la masse en très faible courant, CMOS/LSTTL, CMOS/TTL, CMOS/CMOS		400% Min.	0.5 mA		
	HCPL-2730	Deux voies, grand gain, C_{CC} = 7 V max.	Récepteur de ligne, détecteur de polarité, isolement de la masse en faible courant	300k bit/s	300% Min.	1.6 mA	3000 Vcc UR (3)	5-62
	HCPL-2731	Deux voies, grand gain, V_{CC} = 18 V max.			400% Min.	0.5 mA		
	4N45	Sortie darlington V_{CC} = 7 V max.	Isolement CA, Isolement entre circuits logiques	3k bit/s	250% Min.	1.0 mA	3000 V cc UR (3)	5-66
	4N46	Sortie darlington V_{CC} = 20 V max.			350% Min.	0.5 mA		

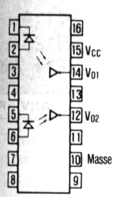
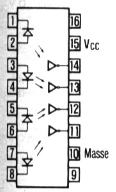
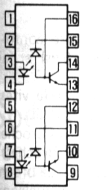
Photocoupleurs continu ou alternatif-logique

Modèle		Description	Applications[1]	Vitesse de transmission typique (NRZ)	Rapport de transfert en courant	Courant d'entrée spécifié	Tension d'isolement	Page
	HCPL-3700	Photocoupleurs continu ou alternatif-logique à détection de seuil	Contact de sécurité, détection de baisse de tension, surveillance des contacts de relais	4 KHz	2.5 mA TH+ 1.3 mA TH−	4.2 mA	3000 Vcc UR (3)	5-70

Photocoupleurs à boucle de courant 20 mA

Modèle		Description	Applications[1]	Vitesse de transmission typique (NRZ)	Rapport de transfert en courant	Courant d'entrée spécifié	Tension d'isolement	Page
	HCPL-4100	Emetteur boucle de courant 20 mA à couplage optique	Boucle de courant 20 mA isolée : • Périphériques d'ordinateurs • Matériel de surveillance industrielle • Matériel de communication de données	20 kBd (à 400 mètres)	TTL/CMOS	Tension de conformité 27 V max.	3000 Vcc UR (3)	5-76
	HCPL-4200	Récepteur boucle de courant 20 mA à couplage optique			6,5 mA courant seuil typique	Sortie 3 états		5-84

Photocoupleurs hermétiques

Modèle		Description	Applications(1)	Vitesse de transmission typique (NRZ)	Rapport de transfert en courant	Courant d'entrée spécifié	Tension d'isolement	Page
	6N134	Deux voies, hermétique, porte logique à couplage optique	Récepteur de ligne, isolement des masses sur systèmes à grande fiabilité	10M bit/s	400 % Typ.	10 mA	1500 Vcc	5-92
	8102801EC	Agréé DESC 6N134	Applications militaires/ grande fiabilité					5-95
	6N134TXV	Sélection TXV	8102801EC Recommandé pour les nouvelles conceptions					5-92
	6N134TXVB	Sélection TXVB avec essais groupe B						
	6N140	Photocoupleur quadruple faible courant d'entrée et grand gain, hermétique	Récepteur de ligne, faible puissance, isolement des masses sur systèmes à grande fiabilité	300k bit/s	300 % Typ.	0.5 mA	1500 Vcc	5-99
	6N140/883B	MIL-STD-883 Composant classe B	Applications militaires/ grande fiabilité					
	6N140TXV	Sélection TXV Haute fiabilité	6N140/883B Recommandé pour les nouvelles conceptions					
	6N140TXVB	Sélection TXVB haute fiabilité avec essais groupe B						
	4N55	Deux voies hermétique, couplage analogique	Récepteur de ligne, isolement des masses sur systèmes analogiques, éléments de rétro-action sur alimentation de puissance à découpage	700k bit/s	7 % Min.	16 mA	1500 Vcc	5-103
	4N55/883B	MIL-STD-883 Composant classe B	Applications militaires/ grande fiabilité					
	4N55TXV	Sélection TXV haute fiabilité	Utiliser le 4N55/883B pour les nouvelles conceptions					
	4N55TXVB	Sélection TXVB haute fiabilité avec essais groupe B						

NOTES :
1. Pour toute information complémentaire, consultez les notes d'applications AN-939, AN-948, AN-9561-1 et AN-951-2, que vous pourrez vous procurer gratuitement chez HP.
2. Le rapport de transfert en courant du HCPL-2502 est garanti à 15 % minimum et 22 % maximum.
3. Agréé par le programme d'identification composants de UL (Underwriters laboratories Inc) (Dossier nº E55361). La tension d'isolement diélectrique est testée à 3000 V cc pour une tension de service de 220 V ca. Il s'agit d'un test de mise à l'épreuve.

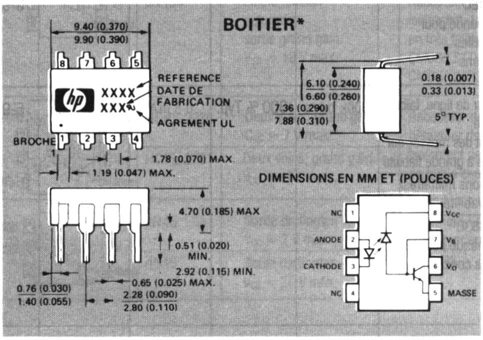
HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

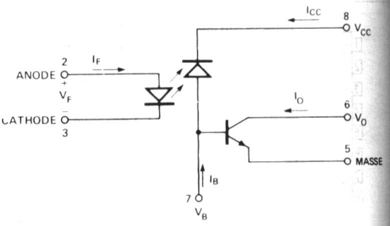
PHOTOCOUPLEURS A GRANDE VITESSE

6N135
6N136
HCPL-2502

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984



SCHEMA



Caractéristiques

- GRANDE VITESSE : 1 Mbits/s
- COMPATIBLES TTL
- GRANDE IMMUNITE CONTRE LES TRANSITOIRES EN MODE COMMUN (1000 V/μs)
- LARGEUR DE BANDE : 2 MHz
- SORTIE A COLLECTEUR OUVERT
- TENSION D'ISOLEMENT : 3000 V_{CC}
- AGREE UL (DOSSIER N° E55361)

Description

Ces photocoupleurs à diode et transistor utilisent une diode électroluminescente et un photodétecteur intégré qui donnent une tension d'isolement de 3000 V_{CC} entre entrée et sortie. La séparation entre le circuit d'excitation de la diode et l'alimentation du collecteur du transistor améliore des centaines de fois la vitesse par rapport à celle d'un phototransistor classique, en réduisant la capacité base-transistor.

Le 6N135 peut être utilisé dans les circuits TTL/CMOS, TTL/LTTL ou analogiques à large bande. Le rapport de transfert en courant (CTR) du 6N135 est au minimum de 7% pour $I_F = 16$ mA.

Le 6N136 est utilisable dans les applications TTL/TTL à grande vitesse. Le débit TTL standard de 16 mA à travers la DEL d'entrée fournit suffisamment de courant en sortie pour attaquer un circuit TTL et une résistance d'alimentation de 5,6 kΩ. Le CTR du 6N136 est de 19% minimum pour $I_F = 16$ mA.

Le HCPL-2502 doit être utilisé lorsque l'on désire un CTR de valeur connue ou définie. Son CTR est compris entre 15 et 22% sous $I_F = 16$ mA.

*Normes JEDEC (le HCPL-2502 n'est pas normalisé JEDEC)

Applications

- **Récepteur de ligne** : Très grande immunité contre les transitoires en mode commun (> 1000 V/μs) et faible capacité entrée/sortie (0,6 pF).
- **Isolement de la masse d'une logique à grande vitesse** : TTL/TTL, TTL/LTTL, TTL/CMOS, TTL/LSTTL.
- **Remplace les phototransistors plus lents** : Les broches 2-7 de la série 6N135/6 correspondent aux broches 1-6 des isolateurs à phototransistor à 6 sorties. La broche 8 peut être alimentée à partir d'une source quelconque de 1,5 à 15 V pour fonctionner à haute vitesse.
- **Peut remplacer les transformateurs d'impulsions** : Encombrement et poids réduits.
- **Isolement de la masse des signaux analogiques** : Le détecteur de photons intégré possède une meilleure linéarité que les phototransistors.

Valeurs limites absolues*

Température de stockage	– 55° C à + 125° C
Température de fonctionnement	– 55° C à + 100° C
Température de soudage	260° C pendant 10 s (à 1,6 mm du plan de base)
Courant moyen d'entrée – I_F	25 mA (1)
Courant crête d'entrée – I_F	50 mA (2)
(rapport cyclique 50%, largeur d'impulsion 1 ms)	
Courant crête d'entrée sur transitoires – I_F	1 A
(largeur d'impulsion ⩽ 1 μs, 300 impulsions/s)	
Tension d'entrée inverse – V_R (broches 3-2)	5 V
Dissipation de puissance à l'entrée	45 mW (3)
Courant de sortie moyen – I_O (broche 6)	8 mA
Courant de sortie crête	16 mA
Tension inverse base-émetteur (broches 5-7)	5 V
Tension d'alimentation et de sortie – V_{CC} (broches 8-5) et V_O (broches 6-5)	– 0,5 V à 15 V
Courant base – I_B (broche 7)	5 mA
Dissipation de puissance en sortie	100 mW (4)

Notes : Voir page suivante

ATTENTION : Les faibles dimensions de la jonction imposées par la conception de ce coupleur bipolaire accroissent sa sensibilité aux décharges électrostatiques. Il est prudent de prendre les précautions normales habituelles dans la manipulation et le montage de ce composant pour éviter de l'endommager ou de le dégrader par décharges électrostatiques.

Spécifications électriques

(T_A comprise entre 0°C et 70°C, sauf spécifications contraires)

Paramètre	Symb.	Référence	Min.	Typ.**	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Rapport de transfert en courant	CTR*	6N135	7	18		%	$I_F = 16$ mA, $V_O = 0{,}4$ V, $V_{CC} = 4{,}5$ V, $T_A = 25°C$	1,2	5
		6N136	19	24		%			
		HCPL-2502	15		22	%			
	CTR	6N135	5	13		%	$I_F = 16$ mA, $V_O = 0{,}5$ V, $V_{CC} = 4{,}5$ V		
		6N136	15	21		%			
Tension de sortie niveau logique haut	V_{OL}	6N135		0,1	0,4	V	$I_F = 16$ mA, $I_O = 1{,}1$ mA, $V_{CC} = 4{,}5$ V		
		6N136 HCPL-2502		0,1	0,4	V	$I_F = 16$ mA, $I_O = 2{,}4$ mA, $V_{CC} = 4{,}5$ V		
Courant de sortie niveau logique haut	I_{OH}*			3	500	nA	$I_F = 0$ mA, $V_O = V_{CC} = 5{,}5$ V, $T_A = 25°C$	6	
				0,01	1	µA	$I_F = 0$ mA, $V_O = V_{CC} = 15$ V, $T_A = 25°C$		
	I_{OH}				50	µA	$I_F = 0$ mA, $V_O = V_{CC} = 15$ V		
Courant d'alimentation niveau logique bas	I_{CCL}			40		µA	$I_F = 16$ mA, V_O = ouvert, $V_{CC} = 15$ V		
Courant d'alimentation niveau logique haut	I_{CCH}*			0,02	1	µA	$I_F = 0$ mA, V_O = ouvert, $V_{CC} = 15$ V, $T_A = 25°C$		
	I_{CCH}				2	µA	$I_F = 0$ mA, V_O = ouvert, $V_{CC} = 15$ V		
Tension directe d'entrée	V_F*			1,5	1,7	V	$I_F = 16$ mA, $T_A = 25°C$	3	
Coefficient de température de la tension directe	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$			−1,6		mV/°C	$I_F = 16$ mA		
Tension inverse d'entrée	BV_R*		5			V	$I_R = 10$ µA, $T_A = 25°C$		
Capacité d'entrée	C_{IN}			60		pF	f = 1 MHz, $V_F = 0$		
Courant de fuite entrée/sortie	I_{I-O}*				1	µA	45% d'humidité relative, t = 5 s, $V_{I-O} = 3000$ V_{CC}, $T_A = 25°C$		6,11
Résistance entrée/sortie	R_{I-O}			10^{12}		Ω	$V_{I-O} = 500$ V_{CC}		6
Capacité entrée/sortie	C_{I-O}			0,6		pF	f = 1 MHz		6
Gain du transistor en CC	h_{FE}			150		—	$V_O = 5$ V, $I_O = 3$ mA		

Spécifications de commutation à $T_A = 25°C$

$V_{CC} = 5$ V, $I_F = 16$ mA (sauf mentions contraires)

Paramètre	Symb.	Référence	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}*	6N135		0,5	1,5	µs	$R_L = 4{,}1$ kΩ	5,9	8,9
		6N136 HCPM-2502		0,2	0,8	µs	$R_L = 1{,}9$ kΩ		
Temps de propagation à la croissance du signal d'entrée	t_{PLH}*	6N135		0,4	1,5	µs	$R_L = 4{,}1$ kΩ	5,9	8,9
		6N136 HCPL-2502		0,3	0,8	µs	$R_L = 1{,}9$ kΩ		
Immunité contre les transitoires en mode commun sortie niveau haut	CM_H	6N135		1000		V/µs	$I_F = 0$ mA, $V_{CM} = 10$ Vcàc, $R_L = 4{,}1$ kΩ	10	7,8,9
		6N136 HCPL-2502		1000		V/µs	$I_F = 0$ mA, $V_{CM} = 10$ Vcàc, $R_L = 1{,}9$ kΩ		
Immunité contre les transitoires en mode commun sortie niveau bas	CM_L	6N135		−1000		V/µs	$V_{CM} = 10$ Vcàc, $R_L = 4{,}1$ kΩ	10	7,8,9
		6N136 HCPL-2502		−1000		V/µs	$V_{CM} = 10$ Vcàc, $R_L = 1{,}9$ kΩ		
Largeur de bande	BW			2		MHz	$R_L = 100$ Ω	8	10

Notes :

1. Varie linéairement de 0,8 mA/° C au-dessus de 70° C à l'air libre
2. Varie linéairement de 1,6 mA/° C au-dessus de 70° C à l'air libre
3. Varie linéairement de 0,9 mW/° C au-dessus de 70° C à l'air libre
4. Varie linéairement de 2 mW/° C au-dessus de 70° C à l'air libre
5. Le RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT est défini comme le rapport entre le courant collecteur de sortie, I_O, et le courant direct d'entrée, I_F, de la DEL, en %
6. Coupleur assimilé à un système de deux pôles : mesures faites entre les broches 1, 2, 3 et 4 court-circuitées et les broches 5, 6, 7 et 8 court-circuitées
7. L'immunité contre les transitoires en mode commun au niveau logique haut est le rapport dV_{CM}/dt positif maximal admissible sur le front avant de l'impulsion en mode commun, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état haut (c'est-à-dire, $V_o > 2$ V). L'immunité contre les transitoires en mode commun au niveau bas est le rapport dV_{CM}/dt négatif maximal admissible sur le front arrière de l'impulsion en mode commun, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état bas (c'est-à-dire, $V_o < 0{,}8$ V)
8. La charge de 1,9 kΩ équivaut à la charge présentée par un circuit TTL sous 1,6 mA et une résistance de charge de 5,6 kΩ
9. La charge de 4,1 kΩ équivaut à la charge présentée par un circuit LSTTL sous 0,36 mA et une résistance de charge de 6,1 kΩ.
10. Fréquence à laquelle la tension alternative est à 3 dB en-dessous de l'asymptote en basse fréquence
11. Il s'agit d'un test destiné à ratifier la norme UL de 220 Vca

* Normes JEDEC

** Valeurs typiques à $T_A = 25°C$

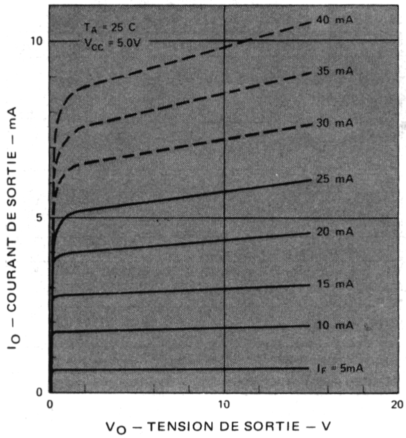


FIGURE 1 – Caractéristiques de transfert en CC et en impulsions

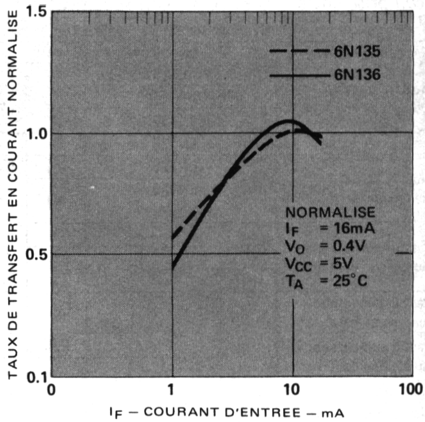


FIGURE 2 – Rapport de transfert en courant en fonction du courant d'entrée

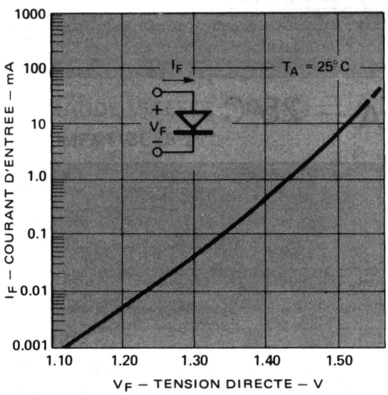


FIGURE 3 – Courant d'entrée en fonction de la tension directe

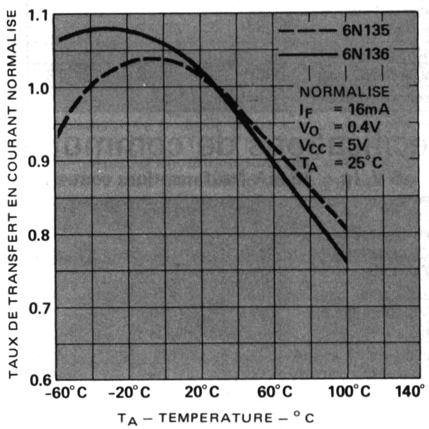


FIGURE 4 – Courant de sortie en fonction du courant d'entrée

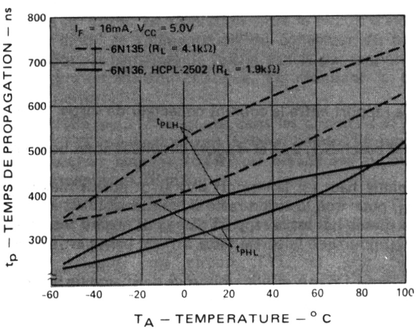


FIGURE 5 – Temps de propagation en fonction de la température

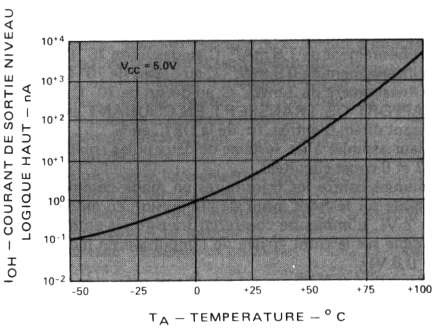


FIGURE 6 – Courant de sortie logique en fonction de la température

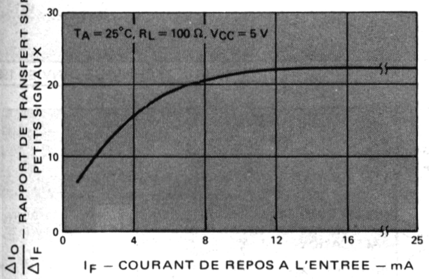


FIGURE 7 — Rapport de transfert en courant sur petits signaux en fonction du courant de repos à l'entrée

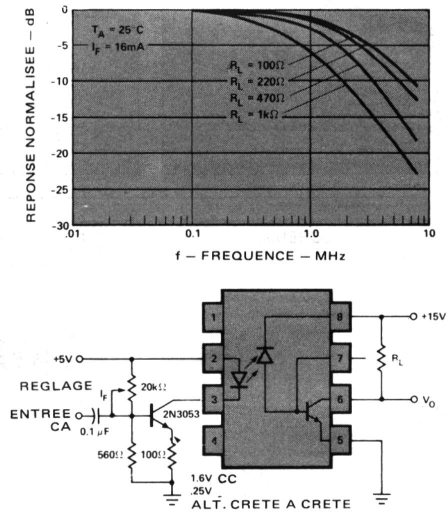


FIGURE 8 — Réponse en fréquence

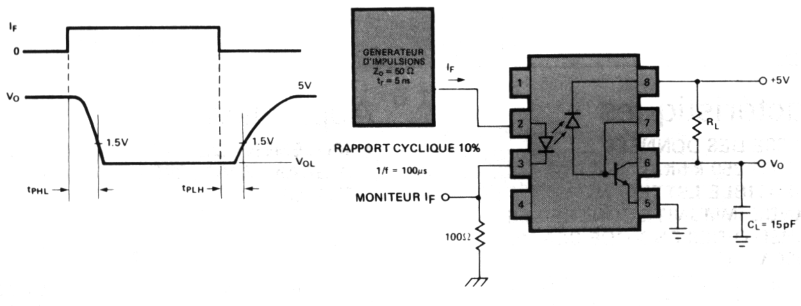


FIGURE 9 — Circuit de mesure en commutation *

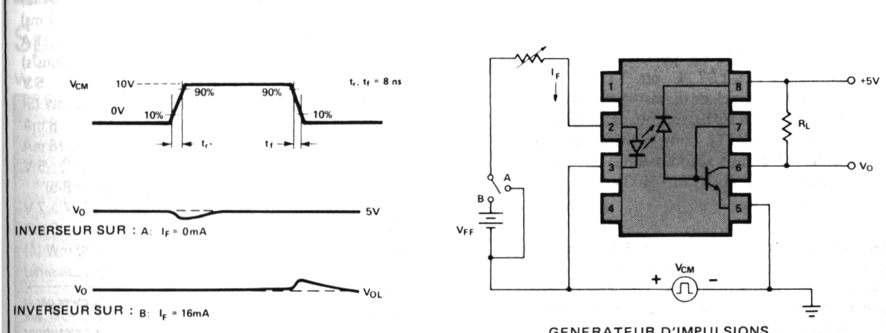


FIGURE 10 — Circuits de mesure de l'immunité contre les transitoires et formes d'ondes typiques

* Normes JEDEC

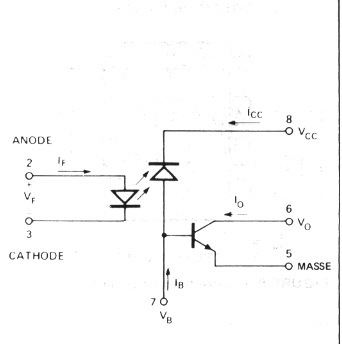
PHOTOCOUPLEURS

PHOTOCOUPLEUR POUR INTERFACE LOGIQUE

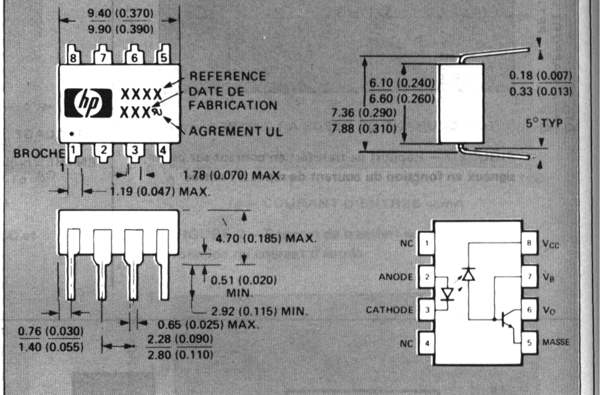
HCPL-2503

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

SCHEMA



BOITIER



DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)

Caractéristiques

- **VITESSE DES DONNEES : JUSQU'A 250 k bits/s NRZ**
- **COMPATIBLE LSTTL**
- **GRANDE IMMUNITE CONTRE LES TRANSITOIRES EN MODE COMMUN > 1000 V/µs**
- **SORTIE A COLLECTEUR OUVERT**
- **TENSION D'ISOLEMENT : 3000 V_{CC}**
- **AGREE UL (DOSSIER N° E55361)**

Description

Le photocoupleur HCPL-2503 est spécialement destiné aux interfaces logiques LSTTL-LSTTL ou TTL-LSTTL. Le passage d'un courant nominal de 8 mA à travers la DEL fournit un courant de sortie suffisant pour faire fonctionner correctement une porte LSTTL dans le cas le plus défavorable, si l'on utilise le circuit recommandé. Le rapport de transfert en courant (CTR) du HCPL-2503 est au minimum de 15% à $I_F = 8$ mA.

Ce photocoupleur est constitué par une DEL et un détecteur de photons, il supporte une tension d'isolement testée à 3000 V_{CC} entre entrée et sortie. La séparation entre l'entrée polarisation de la photodiode et la sortie collecteur du transistor réduit les capacités base-collecteur et améliore la vitesse par rapport aux coupleurs à phototransistors conventionnels.

Applications

- **ISOLEMENT DE LA MASSE DE LOGIQUES A GRANDE VITESSE LSTTL-LSTTL OU TTL-LSTTL**

Valeurs limites absolues

Température de stockage . . . . – 55°C à + 125°C
Température de fonctionnement . . . . . – 55°C à + 100°C
Température de soudage . . . . 260°C pendant 10 s
(à 1,6 mm du plan de base)
Courant moyen d'entrée – I_F . . . . 25 mA (1)
Courant crête d'entrée – I_F . . . . 50 mA (2)
(rapport cyclique 50%, largeur d'impulsion 1 ms)
Courant crête d'entrée sur transistoires – I_F . . . . 1 A
(largeur d'impulsion ⩽ 1 µs, 300 impulsions/s)
Tension d'entrée inverse – V_R (broches 3-2) . . . . 5 V
Puissance dissipée à l'entrée . . . . 45 mW (3)
Courant de sortie moyen – I_O (broche 6) . . . . 8 mA
Courant de sortie crête – I_O . . . . 16 mA
Tension inverse base-émetteur (broches 5-7) . . . . 5 V
Tension d'alimentation et de sortie – V_{CC} (broches 8-5)
et V_O (broches 6-5) . . . . – 0,5 V à 7 V
Courant base – I_B (broche 7) . . . . 5 mA
Puissance dissipée en sortie . . . . 100 mW (4)

(Notes : voir pages suivantes)

ATTENTION : Les faibles dimensions de la jonction imposées par la conception de ce coupleur bipolaire accroissent sa sensibilité aux décharges électrostatiques. Il est prudent de prendre les précautions normales habituelles dans la manipulation et le montage de ce composant pour éviter de l'endommager ou de le dégrader par décharges électrostatiques.

Spécifications électriques LSTTL à LSTTL

dans la plage de températures recommandées (T_A comprise entre 0°C et 70°C), sauf mention contraire

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Rapport de transfert en courant	CTR	15	22		%	$I_F = 8$ mA, $V_O = 0{,}5$ V $V_{CC} = 4{,}5$ V, $T_A = 25°C$	1	5
		11	15		%	$I_F = 8$ mA, $V_O = 0{,}5$ V $V_{CC} = 4{,}5$ V		
Tension de sortie niveau logique bas	V_{OL}		0,2	0,5	V	$I_F = 8$ mA, $I_O = 0{,}7$ mA $V_{CC} = 4{,}5$ V		
Courant d'alimentation niveau logique bas	I_{CCL}		20		μA	$I_F = 8$ mA V_O = ouvert, $V_{CC} = 5{,}5$ V		
Tension directe d'entrée	V_F		1,5	1,7	V	$I_F = 8$ mA, $T_A = 25°C$	2	
Coefficient de température de la tension directe	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$		– 1,6		mV/°C	$I_F = 8$ mA		

Spécifications de commutation à $T_A = 25°C$

$V_{CC} = 5$ V, $I_F = 8$ mA, $R_L = 7{,}5$ kΩ, sauf mention contraire

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}		1	1,5	μs		4,6	8
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie	t_{PLH}		1,5	2,5	μs		4,6	8
Immunité contre les transitoires en mode commun, sortie niveau haut	CM_H		1000		V/μs	$I_F = 0$ mA $V_{CM} = 10$ V crête à crête	7	7,8
Immunité contre les transitoires en mode commun, sortie niveau bas	CM_L		– 1000		V/μs	$V_{CM} = 10$ V crête à crête	7	7,8

Spécifications électriques TTL à LSTTL

dans la plage de températures recommandées (T_A comprise entre 0°C et 70°C), sauf mention contraire

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Rapport de transfert en courant	CTR	12	18		%	$I_F = 16$ mA, $V_O = 0{,}5$ V $V_{CC} = 4{,}5$ V, $T_A = 25°C$	1	5
		9	13		%	$I_F = 16$ mA, $V_O = 0{,}5$ V $V_{CC} = 4{,}5$ V		
Tension de sortie niveau logique bas	V_{OL}		0,2	0,5	V	$I_F = 16$ mA, $I_O = 1{,}1$ mA $V_{CC} = 4{,}5$ V		
Courant d'alimentation niveau logique bas	I_{CCL}		40		μA	$I_F = 16$ mA V_O = ouvert, $V_{CC} = 5{,}5$ V		
Tension directe d'entrée	V_F		1,5	1,7	V	$I_F = 16$ mA, $T_A = 25°C$	2	
Coefficient de température de la tension directe	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$		– 1,6		mV/°C	$I_F = 16$ mA		

Spécifications de commutation à $T_A = 25°C$

$V_{CC} = 5$ V, $I_F = 16$ mA, $R_L = 4{,}7$ kΩ, sauf mention contraire

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}		0,4	1,5	μs		4,6	9
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie	t_{PLH}		1,5	2,5	μs		4,6	9
Immunité contre les transitoires en mode commun, sortie niveau haut	CM_H		1000		V/μs	$I_F = 0$ mA $V_{CM} = 10$ V crête à crête	7	7,9
Immunité contre les transitoires en mode commun, sortie niveau bas	CM_L		– 1000		V/μs	$V_{CM} = 10$ V crête à crête	7	7,9

* Valeurs typiques à 25°C

(voir Notes pages suivantes)

Spécifications électriques

dans la plage de températures recommandées (T_A comprise entre 0°C et 70°C), sauf mention contraire

Paramètres	Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Courant de sortie niveau logique haut	I_{OH}		0,5		nA	$T_A = 25°C$, $I_F = 0$ mA $V_O = V_{CC} = 5{,}5$ V	5	
				50	µA	$I_F = 0$ mA $V_O = V_{CC} = 5{,}5$ V		
Courant d'alimentation niveau logique haut	I_{CCH}		0,05	4	µA	$I_F = 0$ mA V_O = ouvert, $V_{CC} = 5{,}5$ V		
Tension inverse d'entrée	V_R	5			V	$I_F = 10$ µA, $T_A = 25°C$		
Capacité d'entrée	C_{IN}		60		pF	f = 1 MHz, $V_F = 0$ V		
Courant de fuite entrée-sortie (isolement)	$I_{I\text{-}O}$			1	µA	45% d'humidité relative, t = 5 s $V_{I\text{-}O} = 3000$ V_{CC}, $T_A = 25°C$		6,10
Résistance entrée-sortie	$R_{I\text{-}O}$		10^{12}		Ω	$V_{I\text{-}O} = 500$ V_{CC}		6
Capacité entrée-sortie	$C_{I\text{-}O}$		0,6		pF	f = 1 MHz		6

* Valeurs typiques à 25°C

NOTES :

1. Décroît linéairement de 0,8 mA/°C au-dessus de 70°C à l'air libre.
2. Décroît linéairement de 1,6 mA/°C au-dessus de 70°C à l'air libre.
3. Décroît linéairement de 0,9 mW/°C au-dessus de 70°C à l'air libre.
4. Décroît linéairement de 2 mW/°C au-dessus de 70°C à l'air libre.
5. Le RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT est défini comme le rapport entre le courant collecteur de sortie, I_O, et le courant direct d'entrée, I_F, de la DEL, en %.
6. Coupleur assimilé à un système de deux pôles : mesures faites entre les broches 1, 2, 3 et 4 court-circuitées et les broches 5, 6, 7 et 8 court-circuitées.
7. L'immunité contre les transitoires en mode commun au niveau logique haut est le rapport dV_{CM}/dt positif maximal admissible sur le front avant de l'impulsion en mode commun, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état haut (c'est-à-dire, $V_O > 2$ V). L'immunité contre les transitoires en mode commun au niveau bas est le rapport dV_{CM}/dt négatif maximal admissible sur le front arrière de l'impulsion en mode commun, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état bas (c'est-à-dire, $V_O < 0{,}8$ V).
8. La charge de 7,5 kΩ équivaut à la charge présentée par un circuit LSTTL sous 0,36 mA et une résistance de charge de 20 kΩ.
9. La charge de 4,7 kΩ équivaut à la charge présentée par un circuit LSTTL sous 0,36 mA et une résistance de charge de 8,2 kΩ.
10. Il s'agit d'un test destiné à ratifier la norme UL de 220 V ca.

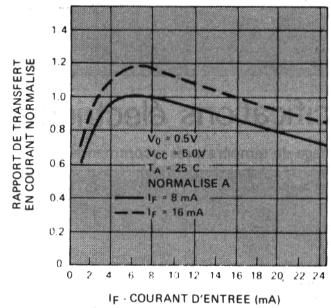


FIGURE 1 — Rapport de transfert en courant en fonction du courant d'entrée

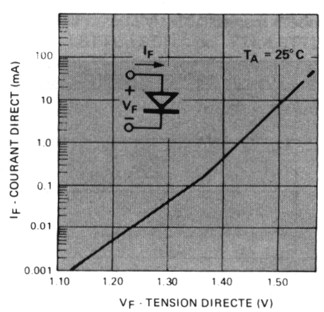


FIGURE 2 — Courant d'entrée en fonction de la tension directe

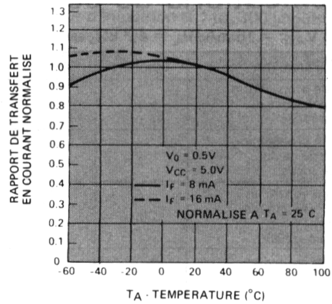


FIGURE 3 — Rapport de transfert en courant en fonction de la température

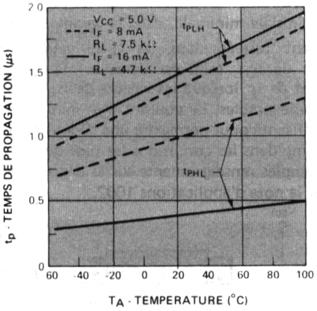


FIGURE 4 — Temps de propagation en fonction de la température

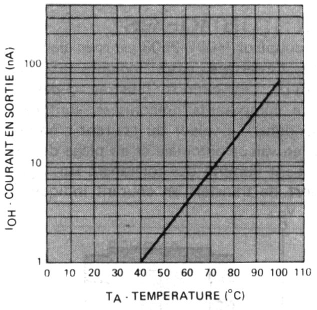


FIGURE 5 — Courant au niveau logique haut en fonction de la température

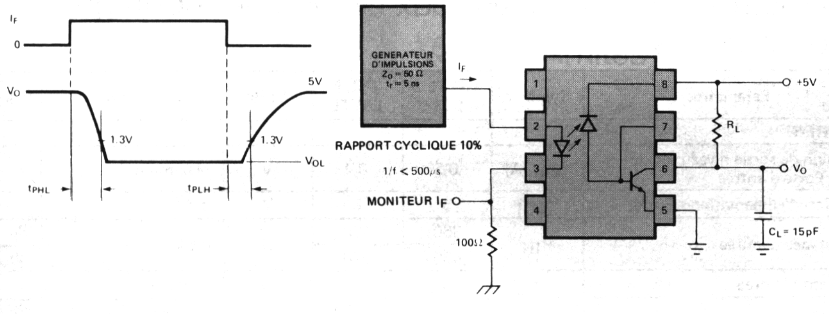


FIGURE 6 — Circuit de mesure en commutation

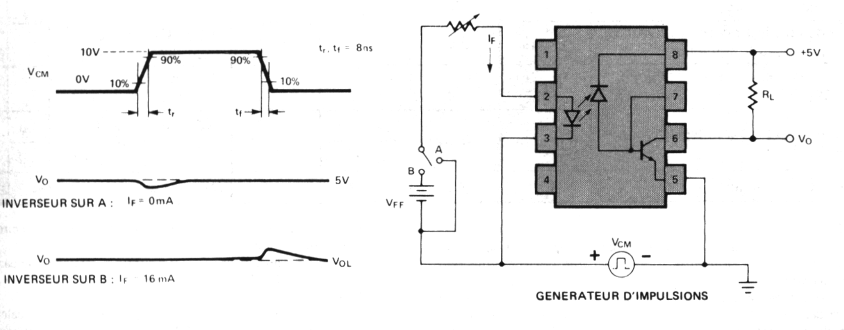
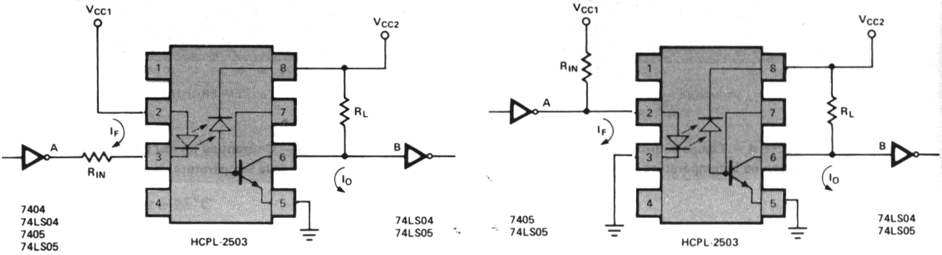


FIGURE 7 — Circuit de mesure de l'immunité contre les transitoires et formes d'ondes typiques

Conditions de fonctionnement recommandées

Le photocoupleur HCPL-2503 est spécialement conçu pour permettre l'interface entre logiques LSTTL-LSTTL ou TTL-LSTTL. Les circuits illustrés ci-dessous, avec les valeurs de composants préconisées, sont ceux que nous recommandons. La valeur du courant d'entrée est donnée à la fois en valeur nominale et en plage de courant : cette dernière tient compte des tolérances sur V_{CC} et sur R_{IN}. Le rapport de transfert en courant indiqué correspond à sa valeur initiale minimale, dans la gamme de température, directement relevée dans les spécifications électriques. La valeur de I_{OL} min. est basée sur la valeur minimale du CTR et de I_F lorsque les valeurs de R_L et de V_{CC} sont les plus défavorables. Le courant I_{OL} min. résultant a une marge suffisante pour permettre une dégradation de 20% du CTR, même dans les conditions les plus défavorables. Pour de plus amples renseignements sur la dégradation du CTR, consulter la note d'applications 1002.



a. CIRCUIT NON INVERSEUR TYPIQUE b. CIRCUIT INVERSEUR TYPIQUE (voir note 10)

FIGURE 8 — Circuits de montage recommandés

Paramètres correspondant aux circuits de montage recommandés

Paramètres	Symbole	LSTTL à LSTTL	TTL à LSTTL	Unité	Commentaires	Fig.	Note
ENTREE							
Tension de sortie niveau logique bas - Porte d'entrée	V_{OL} (A)	0,5	0,4	V	Maximum		
Tension d'alimentation - Entrée	V_{CC1}	5	5	V	± 5%		
Résistance d'entrée	R_{IN}	360	180	Ω	± 5%	8a	
		430	200			8b	
Courant d'entrée	I_F	8	16	mA	Nominal		
Plage du courant d'entrée	I_F	6,75-10	14-20	mA		8a	
			14,5-20			8b	
SORTIE							
Tension de sortie niveau logique haut - HCPL-2503	V_{OL} (B)	0,5	0,5	V	Maximum		
Tension d'alimentation - Sortie	V_{CC2}	5	5	V	± 5%		
Résistance de charge	R_L	20	8,2	kΩ	± 5%		11
Débit de courant nécessaire pour avoir un niveau logique bas	I_{OL} max.	0,61	1	mA	V_{CC}, R_L, I_{IL} les plus défavorables		12
Rapport de transfert en courant du HCPL-2503	CTR	11	9	%	Minimum, $T_A = 0°C$ à $+ 70°C$		
Courant de sortie en niveau logique bas - HCPL-2503	I_{OL} min.	0,74	1,26	mA	V_{CC}, CTR, I_F les plus défavorables $T_A = 0°C$ à $+ 70°C$	8a	13
			1,30			8b	
Vitesse des données	f_D	250	250	Kb/s	NRZ, $T_A = 25°C$		14

NOTES :

10. Le circuit inverseur a une consommation supérieure au circuit non inverseur et doit être attaqué par une porte à collecteur ouvert en entrée.
11. La résistance de charge R_L doit avoir une valeur suffisamment grande pour atteindre le niveau logique bas et suffisamment faible pour atteindre le niveau logique haut dans les conditions les plus défavorables :

$$\frac{V_{CC}\,max - V_{OL}}{I_{OL}\,(2503) - I_{IL}\,(B)} \leqslant R_L \leqslant \frac{V_{CC}\,min - V_{IH}\,(B)}{I_{OH}\,(2503) - I_{IH}\,(B)}$$

Le choix de R_L se fait de la façon identique que le circuit soit inverseur ou non.

12. Le débit maximum en courant pour un niveau logique bas est de : I_{OL} max $= I_{IL}$ (B) max $- I_R$ max
I_R étant le courant dans R_L.
13. Le rapport entre I_{OL} min et I_{OL} max permet le calcul de la marge de dégradation du CTR. Voir note d'applications 1002.
14. La vitesse des données se définit de la façon suivante :

$$f_D = \frac{1}{t_{PHL} + t_{PLH}} \text{ bits/seconde NRZ}$$

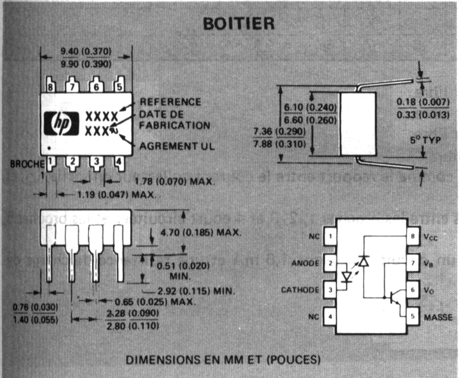
HEWLETT PACKARD

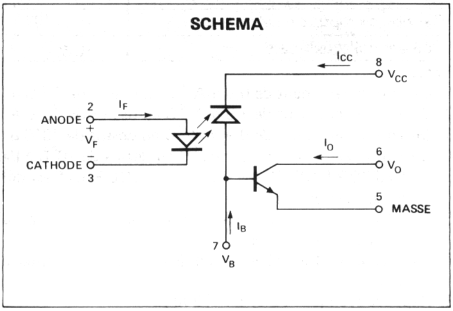
COMPOSANTS

PHOTOCOUPLEUR A GRANDE VITESSE

SL-5505

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984





Caractéristiques

- **AGREE CNET**
  Liste LNZ
- **GRANDE VITESSE : 1 Mbits/s**
- **COMPATIBLE TTL**
- **TENSION D'ISOLEMENT ENTREE-SORTIE 3000 V_{CC}**
- **RECOMMANDE DANS LES APPLICATIONS SE RAPPORTANT AUX TELECOMMUNICATIONS**

Valeurs limites absolues

Température de stockage . . . . – 55°C à + 125°C
Température de fonctionnement . . . . . – 55°C à + 100°C
Température de soudage . . . . 260°C pendant 10 s
(à 1,6 mm du plan de base)
Courant moyen d'entrée – I_F . . . . 25 mA (1)
Courant crête d'entrée – I_F . . . . 50 mA (2)
(rapport cyclique 50%, largeur d'impulsion 1 ms)
Courant crête sur transitoires – I_F . . . . 1 A
(largeur d'impulsion ≤ 1 µs, 300 impulsions/s)
Tension d'entrée inverse – V_R (broches 3-2) . . . . 5 V
Dissipation de puissance à l'entrée . . . . 45 mW (3)
Courant de sortie moyen – I_O (broche 6) . . . . 8 mA
Courant de sortie crête . . . . 16 mA
Tension inverse base-émetteur (broches 5-7) 5V
Tension d'alimentation et de sortie – V_{CC} (broches 8-5) et V_O (broches 6-5) . . . . – 0,5 V à 15 V
Courant base – I_B (broche 7) . . . . 5 mA
Dissipation de puissance en sortie . . . . 100 mW (4)

Notes : voir page suivante

Spécifications électriques à $T_A = 25°C$ (sauf mention contraire)

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Note
Rapport de transfert en courant	CTR	15	40	%	$I_F = 16$ mA, $V_O = 0,4$ V, $V_{CC} = 4,5$ V	5
		8		%	$I_F = 2$ mA, $V_O = 5$ V, $V_{CC} = 4,5$ V	
Tension de sortie niveau logique bas	V_{OL}		0,4	V	$I_F = 16$ mA, $I_O = 2,4$ mA, $V_{CC} = 4,5$ V	
Courant de sortie niveau logique haut	I_{OH}		50	nA	$I_F = 0$ mA, $V_O = 10$ V	
			25	µA	$I_F = 0$ mA, $V_O = 10$ V, $T_A = 70°C$	
Tension directe d'entrée	V_F		1,8	V	$I_F = 20$ mA	
Tension inverse d'entrée	I_R		50	µA	$V_R = 3$ V	
Courant de fuite entrée-sortie	$I_{I\text{-}O}$		1	µA	Humidité relative 45%, t = 5 s, $V_{I\text{-}O} = 1500$ V_{CC}	6
Résistance entrée-sortie	$R_{I\text{-}O}$	10^9		Ω	$V_{I\text{-}O} = 100$ V_{CC}	6
Gain du transistor en CC	h_{FE}	100	400		$V_O = 5$ V, $I_O = 3$ mA	
Capacité entrée-sortie	$C_{I\text{-}O}$		1,3	pF	f = 1 MHz	6

PHOTOCOUPLEURS

Spécifications de commutation à $T_A = 25°C$

V_{CC} = 5 V, I_F = 16 mA, sauf mention contraire

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Note
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie (Fig. 1)	t_{PHL}		0,8	µs	R_L = 1,9 kΩ	7
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie (Fig. 1)	t_{PLH}		0,8	µs	R_L = 1,9 kΩ	7
Tension de rupture collecteur-émetteur	$V_{(BR)\ CEO}$	22		V	I_C = 10 mA	8
Tension de rupture collecteur-base	$V_{(BR)\ CBO}$	40		V	I_C = 10 µA	
Tension de rupture émetteur-base	$V_{(BR)\ EBO}$	3		V	I_E = 10 µA	
Courant collecteur-base	I_{CBO}		50	nA	V_{CB} = 22 V	

Notes :

1. Décroit linéairement de 0,8 mA/°C au-dessus de 70°C à l'air libre
2. Décroit linéairement de 1,6 mA/°C au-dessus de 70°C à l'air libre
3. Décroit linéairement de 0,9 mW/°C au-dessus de 70°C à l'air libre
4. Décroit linéairement de 2 mW/°C au-dessus de 70°C à l'air libre
5. Le RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT est défini comme le rapport entre le courant collecteur en sortie, I_O, et le courant direct d'entrée, I_F, de la DEL en %
6. Coupleur assimilé à un système à deux pôles : mesures faites entre les broches 1, 2, 3 et 4 court-circuitées et les broches 5, 6, 7 et 8 court-circuitées
7. La charge de 1,9 kΩ équivaut à la charge présentée par un circuit TTL sous 1,6 mA et une résistance de charge de 5,6 kΩ.
8. Rapport cyclique ⩽ 2%, 1/f ⩽ 300 µs
9. Il s'agit d'un test destiné à ratifier la norme UL de 220 V ca

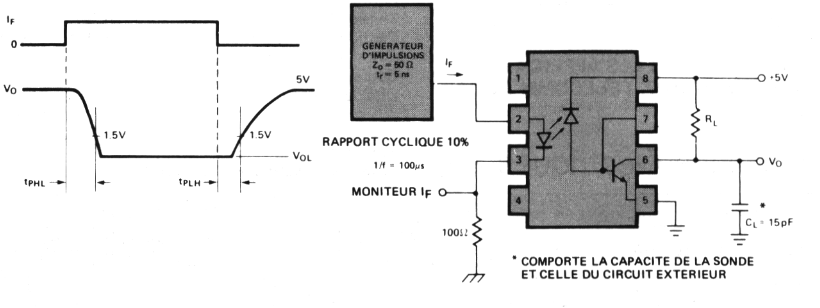


FIGURE 1 — Circuit de mesure en commutation

ATTENTION : Les faibles dimensions de la jonction imposées par la conception de ce coupleur bipolaire accroissent sa sensibilité aux décharges électrostatiques. Il est prudent de prendre les précautions normales habituelles dans la manipulation et le montage de ce composant pour éviter de l'endommager ou de le dégrader par décharges électrostatiques.

HEWLETT PACKARD

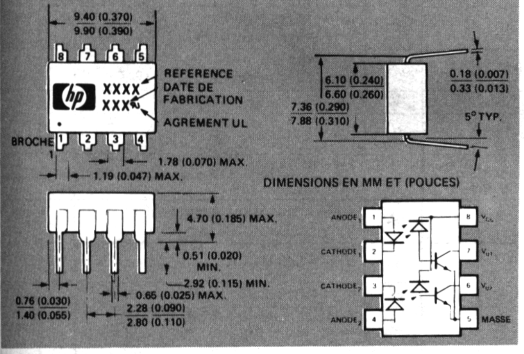
COMPOSANTS

PHOTOCOUPLEURS DOUBLES A GRANDE VITESSE

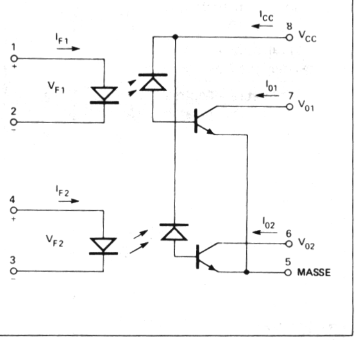
HCPL-2530
HCPL-2531

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

BOITIER



SCHEMA



Caractéristiques

- GRANDE VITESSE : 1 Mbit/s
- COMPATIBLE TTL
- TRES GRANDE IMMUNITE CONTRE LES TRANSITOIRES EN MODE COMMUN > 1000 V/μs
- FAIBLE ENCOMBREMENT
- TENSION D'ISOLEMENT 3000 V_{CC}
- BANDE PASSANTE 3 MHz
- SORTIES A COLLECTEUR OUVERT
- AGREE UL (DOSSIER N° E55361)

Description

Les photocoupleurs doubles HCPL-2530/31 sont constitués par deux diodes électroluminescentes et deux photodétecteurs avec un isolement électrique entrée/sortie de 3000 V. L'impédance entre le circuit de polarisation des photodiodes et le circuit collecteur des transistors de sortie améliore la vitesse des centaines de fois par rapport à un isolateur à phototransistor conventionnel en réduisant la capacité base-collecteur.

Le HCPL-2530 peut être utilisé dans les circuits TTL/CMOS, TTL/LSTTL ou les circuits analogiques à bande large.

Le HCPL-2531 dans les circuits TTL/TTL à grande vitesse a un circuit TTL standard fournissant un courant de 16 mA à la DEL et débite un courant suffisant pour une charge TTL et une résistance de charge de 5,6 kΩ avec 19% minimum de rapport de transfert en courant (CTR).

Valeurs limites absolues

Température de stockage . . . . – 55° C à + 125° C
Température de fonctionnement . . . – 55° C à + 100° C
Température de soudage . . . . 260° C pendant 10 s (à 1,6 mm du plan de base)

Courant moyen d'entrée – I_F (par voie) . . . . . 25 mA (1)
Courant crête d'entrée – I_F (par voie) . . . . . . 50 mA (2)
(rapport cyclique 50%, largeur d'impulsion 1 ms)
Courant d'entrée crête sur transitoires – I_F (par voie) . . . . 1 A
(largeur d'impulsion ⩽ 1 μs, 300 impulsions/s)
Tension d'entrée inverse – V_R (par voie) . . . . 5 V
Dissipation à l'entrée (par voie) . . . . 45 mW (3)
Courant moyen en sortie – I_O (par voie) . . . . 8 mA
Courant crête en sortie – I_O (par voie) . . . . 16 mA
Tension d'alimentation et de sortie – V_{CC} (broche 8-5), V_O (broches 7, 6-5) . – 0,5 V à 15 V
Dissipation en sortie (par voie) . . . . 34 mW (4)

Voir notes, page suivante

Applications

LOGIQUES

- **Récepteurs de ligne :** Très grande immunité contre les transitoires (> 1000 V/μs) et faible capacité entrée/sortie (0,6 pF).
- **Isolement des masses des circuits logiques à très grande vitesse :** TTL/TTL, TTL/LTTL, TTL/CMOS, TTL/LSTTL.
- **Remplacement des transformateurs d'impulsions :** Gain de place et de poids.

ANALOGIQUES

- **Isolement des masses avec signaux analogiques :** Linéarité des photodétecteurs intégrés meilleure que celle des phototransitors.
- **Sensible à la polarité.**
- **Amplificateur analogique isolé :** Le regroupement de deux voies dans un seul boîtier améliore l'équilibre thermique.

Spécifications électriques

Dans la plage de températures recommandées (T_A comprise entre 0°C et 70°C) sauf mention contraire

Paramètre	Symbole	Repère HCPL-	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Rapport de transfert en courant	CTR	2530*	5	13		%	$I_F = 16$ mA, $V_O = 0{,}5$ V, $V_{CC} = 4{,}5$ V	2	5, 6
		2531**	15	21		%			
Tension de sortie niveau logique bas	V_{OL}	2530		0,1	0,5	V	$I_F = 16$ mA, $I_O = 1{,}1$ mA, $V_{CC} = 4{,}5$ V		5
		2531		0,1	0,5	V	$I_F = 16$ mA, $I_O = 2{,}4$ mA, $V_{CC} = 4{,}5$ V		
Courant de sortie niveau logique haut	I_{OH}			3	500	nA	$I_F = 0$ mA, $V_O = V_{CC} = 5{,}5$ V	6	5
	I_{OH}				50	µA	$I_F = 0$ mA, $V_O = V_{CC} = 15$ V		5
Courant d'alimentation niveau logique bas	I_{CCL}			80		µA	$I_{F1} = I_{F2} = 16$ mA $V_{O1} = V_{O2} =$ ouvert, $V_{CC} = 15$ V		
Courant d'alimentation niveau logique haut	I_{CCH}			0,05	4	µA	$I_{F1} = I_{F2} = 0$ mA $V_{O1} = V_{O2} =$ ouvert, $V_{CC} = 15$ V		
Tension directe à l'entrée	V_F			1,5	1,7	V	$I_F = 16$ mA, $T_A = 25°C$	3	5
Coefficient de température tension directe	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$			– 1,6		mV/° C	$I_F = 16$ mA		5
Tension d'entrée inverse	V_R		5			V	$I_F = 10$ µA, $T_A = 25°C$		5
Capacité d'entrée	C_{IN}			60		pF	f = 1 MHz, $V_F = 0$		5
Courant de fuite entrée/sortie (isolement)	$I_{I\text{-}O}$				1	µA	A 45% d'humidité relative, t = 5 s $V_{I\text{-}O} = 3000$ V CC, $T_A = 25°C$		7,13
Résistance d'isolement entrée/sortie	$R_{I\text{-}O}$			10^{12}		Ω	$V_{I\text{-}O} = 500$ V CC		7
Capacité entrée/sortie	$C_{I\text{-}O}$			0,6		pF	f = 1 MHz		7
Courant de fuite entrée (isolement)	$I_{I\text{-}I}$			0,005		µA	A 45% d'humidité relative, t = 5 s $V_{I\text{-}I} = 500$ V CC		8
Résistance d'isolement entrée/entrée	$R_{I\text{-}I}$			10^{11}		Ω	$V_{I\text{-}I} = 500$ V CC		8
Capacité entrée/entrée	$C_{I\text{-}I}$			0,25		pF	f = 1 MHz		8

* à $T_A = 25°C$ - Valeur min. 7% - Valeur typique 18%

** à $T_A = 25°C$ - Valeur min. 19% - Valeur typique 24%

Spécifications de commutation à $T_A = 25°C$ $V_{CC} = 5$ V, $I_F = 16$ mA, sauf mention contraire

Paramètre	Symbole	Repère HCPL-	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}	2530		0,3	1,5	µs	$R_L = 4{,}1$ kΩ	5,9	10,11
		2531		0,2	0,8	µs	$R_L = 1{,}9$ kΩ		
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie	t_{PLH}	2530		0,4	1,5	µs	$R_L = 4{,}1$ kΩ	5,9	10,11
		2531		0,3	0,8	µs	$R_L = 1{,}9$ kΩ		
Immunité aux transitoires en mode commun au niveau logique haut en sortie	CM_H	2530		1000		V/µs	$I_F = 0$mA, $R_L = 4{,}1$kΩ, $V_{CM} = 10$Vc-à-c	10	9,10, 11
		2531		1000		V/µs	$I_F = 0$mA, $R_L = 1{,}9$kΩ, $V_{CM} = 10$Vc-à-c		
Immunité aux transitoires en mode commun au niveau logique bas en sortie	CM_L	2530		– 1000		V/µs	$V_{CM} = 10$ Vc-à-c, $R_L = 4{,}1$ kΩ	10	9,10, 11
		2531		– 1000		V/µs	$V_{CM} = 10$ Vc-à-c, $R_L = 1{,}9$ kΩ		
Bande passante	BW			3		MHz	$R_L = 100$ Ω	8	12

Notes :

1. A l'air libre, varie linéairement de 0,8 mA/° C, au-dessus de 70° C
2. A l'air libre, varie linéairement de 1,6 mA/° C, au-dessus de 70° C
3. A l'air libre, varie linéairement de 0,9 mA/° C, au-dessus de 70° C
4. A l'air libre, varie linéairement de 1,0 mA/° C, au-dessus de 70° C
5. Par voie
6. Le RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT est défini comme le rapport entre le courant de sortie collecteur, I_O, et le courant direct d'entrée, I_F, de la DEL en %
7. Photocoupleur considéré comme un système à deux sorties : broches 1, 2, 3, 4 et broches 5, 6, 7, 8 reliées ensemble
8. Mesuré entre les broches 1-2 et 3-4 court-circuitées
9. L'immunité contre les transitoires en mode commun au niveau logique haut est le rapport dV_{CM}/dt positif maximal admissible sur le front avant de l'impulsion en mode commun, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état haut (c'est-à-dire, $V_O > 2{,}5$ V). L'immunité contre les transitoires en mode commun au niveau bas est le rapport dV_{CM}/dt négatif maximal admissible sur le front arrière de l'impulsion en mode commun, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état bas (c'est-à-dire, $V_O < 0{,}8$ V)
10. La charge de 1,9 kΩ équivaut à celle présentée par un circuit TTL sous 1,6 mA et une résistance de charge de 5,6 kΩ
11. La charge de 4,1 kΩ équivaut à celle présentée par un circuit LSTTL sous 0,36 mA et une résistance de charge de 6,1 kΩ
12. Fréquence à laquelle la tension alternative est à 3 dB en-dessous de l'asymptote en basse fréquence
13. Il s'agit d'un test destiné à ratifier la norme UL de 220 V ca

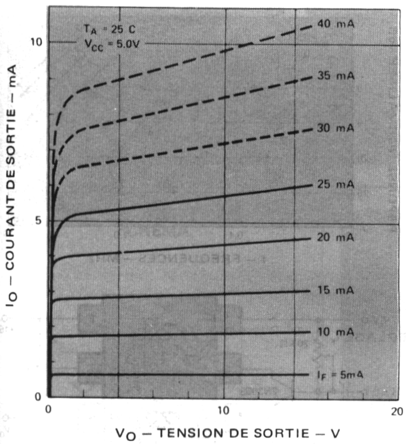


FIGURE 1 – Caractéristiques de transfert en courant continu et pulsé

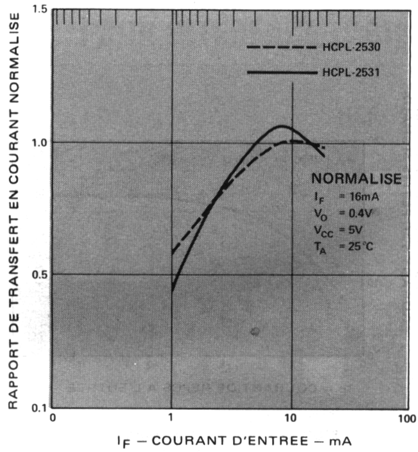


FIGURE 2 – Rapport de transfert en courant en fonction du courant d'entrée

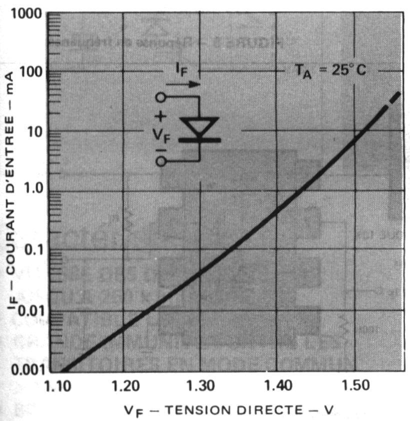


FIGURE 3 – Courant d'entrée en fonction de la tension directe

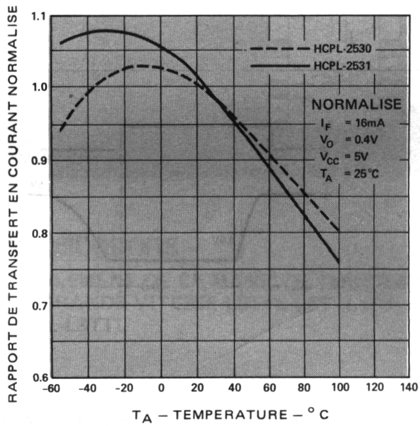


FIGURE 4 – Rapport de transfert en courant en fonction de la température

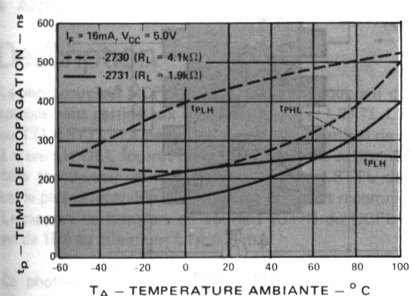


FIGURE 5 – Temps de propagation en fonction de la température

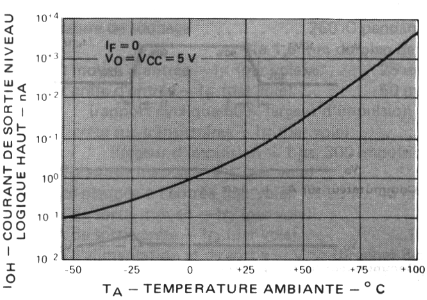


FIGURE 6 – Courant de sortie au niveau logique haut en fonction de la température

PHOTOCOUPLEURS

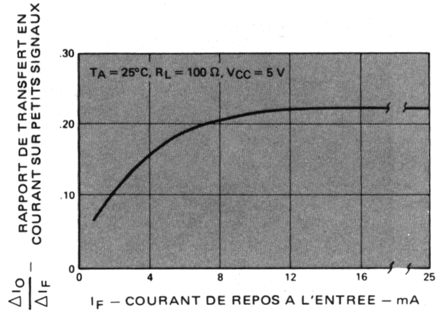


FIGURE 7 — Rapport de transfert de courant sur petits signaux en fonction du courant de repos à l'entrée

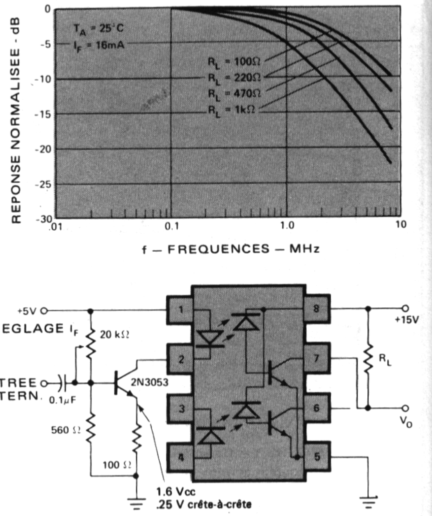


FIGURE 8 — Réponse en fréquence

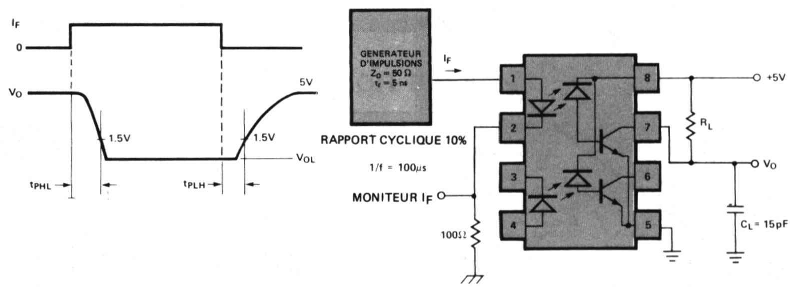


FIGURE 9 — Circuit de mesure en commutation

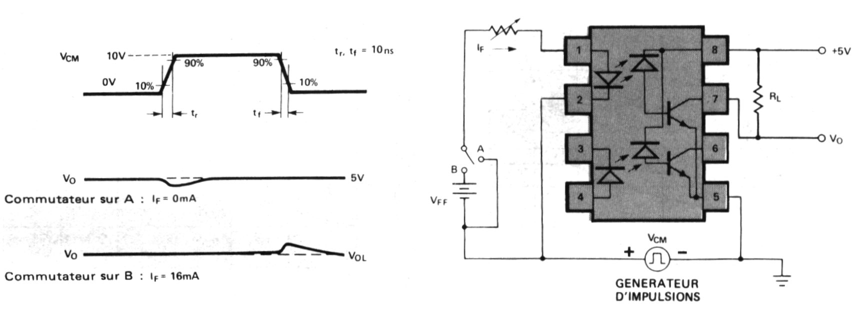


FIGURE 10 — Circuit de mesure de l'immunité aux transitoires et formes d'ondes typiques

HEWLETT PACKARD

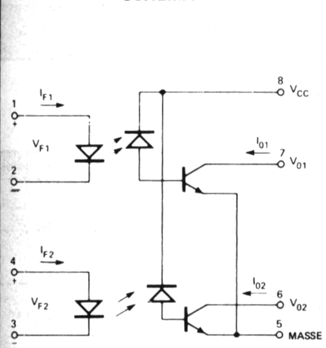
COMPOSANTS

PHOTOCOUPLEUR DOUBLE POUR INTERFACE LOGIQUE

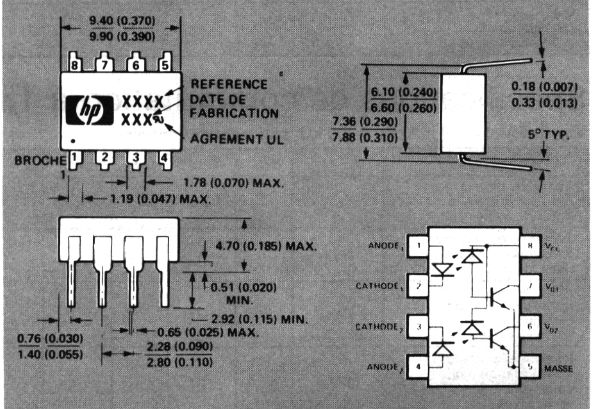
HCPL-2533

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

SCHEMA



BOITIER



DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)

Caractéristiques

- **VITESSE DES DONNEES : JUSQU'A 250 k bits/s NRZ**
- **COMPATIBLE LSTTL**
- **GRANDE IMMUNITE CONTRE LES TRANSITOIRES EN MODE COMMUN > 1000 V/μs**
- **BOITIER COMPACT**
- **TENSION D'ISOLEMENT : 3000 V_{CC}**
- **SORTIES A COLLECTEUR OUVERT**
- **AGREE UL (DOSSIER N° E55361)**

Description

Le photocoupleur HCPL-2533 est un photocoupleur double spécialement destiné aux interfaces logiques LSTTL-LSTTL ou TTL-LSTTL. Le passage d'un courant nominal de 8 mA à travers la DEL fournit un courant de sortie suffisant pour faire fonctionner correctement une porte LSTTL dans le cas le plus défavorable, si l'on utilise le circuit recommandé. Le rapport de transfert en courant (CTR) du HCPL-2533 est de 15% au minimum à $I_F = 8$ mA.

Ce photocoupleur est constitué par deux DEL et deux détecteurs de photons, il supporte une tension d'isolement testée à 3000 V_{CC} entre entrées et sorties. La séparation entre l'entrée polarisation des photodiodes et les sorties collecteur des transistors réduit les capacités base-collecteur et améliore la vitesse par rapport aux phototransistors conventionnels.

Applications

- **ISOLEMENT DE LA MASSE DE LOGIQUES A GRANDE VITESSE LSTTL-LSTTL OU TTL-LSTTL**

Valeurs limites absolues

Température de stockage . . . . – 55°C à + 125°C
Température de fonctionnement . . . . . – 55°C à + 100°C
Température de soudage . . . . 260°C pendant 10 s (à 1,6 mm du plan de base)
Courant moyen d'entrée – I_F (par voie) . . . . . 25 mA (1)
Courant crête d'entrée – I_F (par voie) . . . . . . 50 mA (2) (rapport cyclique 50%, largeur d'impulsion 1 ms)
Courant crête sur transistoires – I_F (par voie) . . . . . . 1 A (largeur d'impulsion ⩽ 1 μs, 300 impulsions/s)
Tension d'entrée inverse – V_R (par voie) . . . . 5 V
Puissance dissipée à l'entrée (par voie) . . . . . . 45 mW (3)
Courant de sortie moyen – I_O (par voie) . . . . 8 mA
Courant de sortie crête – I_O (par voie) . . . . 16 mA
Tension d'alimentation et de sortie – V_{CC} (broches 8-5) et V_O (broches 7,6-5) . . . . – 0,5 V à 7 V
Puissance dissipée en sortie (par voie) . . . . 35 mW (4)

(Notes : voir pages suivantes)

PHOTOCOUPLEURS

Spécifications électriques, LSTTL à LSTTL

dans la plage de températures recommandées (T_A comprise entre 0°C et 70°C), sauf mention contraire

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Rapport de transfert en courant	CTR	15	22		%	$I_F = 8$ mA, $V_O = 0{,}5$ V, $V_{CC} = 4{,}5$ V, $T_A = 25°C$	1	5,6
		11	15		%	$I_F = 8$ mA, $V_O = 0{,}5$ V, $V_{CC} = 4{,}5$ V		
Tension de sortie niveau logique bas	V_{OL}		0,2	0,5	V	$I_F = 8$ mA, $I_O = 0{,}7$ mA, $V_{CC} = 4{,}5$ V		5
Courant d'alimentation niveau logique bas	I_{CCL}		40		µA	$I_{F1} = I_{F2} = 8$ mA, $V_{O1} = V_{O2}$ = ouvert, $V_{CC} = 5{,}5$ V		
Tension directe d'entrée	V_F		1,5	1,7	V	$I_F = 8$ mA, $T_A = 25°C$	2	5
Coefficient de température de la tension directe	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$		−1,6		mV/°C	$I_F = 8$ mA		5

Spécifications de commutation à $T_A = 25°C$

$V_{CC} = 5$ V, $I_F = 8$ mA, $R_L = 7{,}5$ kΩ, sauf mention contraire

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}		0,8	1,5	µs		4,6	10
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie	t_{PLH}		1	2,5	µs		4,6	10
Immunité contre les transitoires en mode commun, sortie niveau haut	CM_H		1000		V/µs	$I_F = 0$ mA, $V_{CM} = 10$ V crête à crête	7	9,10
Immunité contre les transitoires en mode commun, sortie niveau bas	CM_L		−1000		V/µs	$V_{CM} = 10$ V crête à crête	7	9,10

Spécifications électriques TTL à LSTTL

dans la plage de températures recommandées (T_A comprise entre 0°C et 70°C), sauf mention contraire

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Rapport de transfert en courant	CTR	12	18		%	$I_F = 16$ mA, $V_O = 0{,}5$ V, $V_{CC} = 4{,}5$ V, $T_A = 25°C$	1	5,6
		9	13		%	$I_F = 16$ mA, $V_O = 0{,}5$ V, $V_{CC} = 4{,}5$ V		
Tension de sortie niveau logique bas	V_{OL}		0,2	0,5	V	$I_F = 16$ mA, $I_O = 1{,}1$ mA, $V_{CC} = 4{,}5$ V		5
Courant d'alimentation niveau logique bas	I_{CCL}		80		µA	$I_{F1} = I_{F2} = 16$ mA, $V_{O1} = V_{O2}$ = ouvert, $V_{CC} = 5{,}5$ V		
Tension directe d'entrée	V_F		1,5	1,7	V	$I_F = 16$ mA, $T_A = 25°C$	2	5
Coefficient de température de la tension directe	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$		−1,6		mV/°C	$I_F = 16$ mA		5

Spécifications de commutation à $T_A = 25°C$

$V_{CC} = 5$ V, $I_F = 16$ mA, $R_L = 4{,}7$ kΩ, sauf mention contraire

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}		0,3	1,5	µs		4,6	11
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie	t_{PLH}		1,1	2,5	µs		4,6	11
Immunité contre les transitoires en mode commun, sortie niveau haut	CM_H		1000		V/µs	$I_F = 0$ mA, $V_{CM} = 10$ V crête à crête	7	9,11
Immunité contre les transitoires en mode commun, sortie niveau bas	CM_L		−1000		V/µs	$V_{CM} = 10$ V crête à crête	7	9,11

* Valeurs typiques à 25°C

(voir Notes pages suivantes)

Spécifications électriques

dans la plage de températures recommandées (T_A comprise entre 0°C et 70°C), sauf mention contraire

Paramètres	Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Courant de sortie niveau logique haut	I_{OH}		0,5		nA	$T_A = 25°C$, $I_{F1} = I_{F2} = 0$ mA $V_{O1} = V_{O2} = V_{CC} = 5{,}5$ V	5	5
				50	µA	$I_{F1} = I_{F2} = 0$ mA $V_{O1} = V_{O2} = V_{CC} = 5{,}5$ V		5
Courant d'alimentation niveau logique haut	I_{CCH}		0,05	4	µA	$I_{F1} = I_{F2} = 0$ mA $V_{O1} = V_{O2}$ = ouvert, $V_{CC} = 5{,}5$ V		
Tension inverse d'entrée	V_R	5			V	$I_F = 10$ µA, $T_A = 25°C$		5
Capacité d'entrée	C_{IN}		60		pF	f = 1 MHz, $V_F = 0$ V		5
Courant de fuite entrée-sortie (isolement)	$I_{I\text{-}O}$			1	µA	45% d'humidité relative, t = 5 s $V_{I\text{-}O} = 3000\ V_{CC}$, $T_A = 25°C$		7,12
Résistance entrée-sortie	$R_{I\text{-}O}$		10^{12}		Ω	$V_{I\text{-}O} = 500\ V_{CC}$		7
Capacité entrée-sortie	$C_{I\text{-}O}$		0,6		pF	f = 1 MHz		7
Courant de fuite entrée-entrée (isolement)	$I_{I\text{-}I}$		0,005		µA	45% d'humidité relative, t = 5 s $V_{I\text{-}I} = 500\ V_{CC}$		8
Résistance entrée-entrée	$R_{I\text{-}I}$		10^{11}		Ω	$V_{I\text{-}I} = 500\ V_{CC}$		8
Capacité entrée-entrée	$C_{I\text{-}I}$		0,25		pF	f = 1 MHz		8

* Valeurs typiques à 25°C

NOTES :

1. Décroît linéairement de 0,8 mA/°C au-dessus de 70°C à l'air libre.
2. Décroît linéairement de 1,6 mA/°C au-dessus de 70°C à l'air libre.
3. Décroît linéairement de 0,9 mW/°C au-dessus de 70°C à l'air libre.
4. Décroît linéairement de 1 mW/°C au-dessus de 70°C à l'air libre.
5. Par voie.
6. Le RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT est défini comme le rapport entre le courant collecteur de sortie, I_O, et le courant direct d'entrée, I_F, de la DEL, en %.
7. Coupleur assimilé à un système de deux pôles : mesures faites entre les broches 1, 2, 3 et 4 court-circuitées et les broches 5, 6, 7 et 8 court-circuitées.
8. Mesuré entre les broches 1 et 2 court-circuitées et les broches 3 et 4 court-circuitées.
9. L'immunité contre les transitoires en mode commun au niveau logique haut est le rapport dV_{CM}/dt positif maximal admissible sur le front avant de l'impulsion en mode commun, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état haut (c'est-à-dire, $V_O > 2$ V). L'immunité contre les transitoires en mode commun au niveau bas est le rapport dV_{CM}/dt négatif maximal admissible sur le front arrière de l'impulsion en mode commun, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état bas (c'est-à-dire, $V_O < 0{,}8$ V).
10. La charge de 7,5 kΩ équivaut à la charge présentée par un circuit LSTTL sous 0,36 mA et une résistance de charge de 20 kΩ.
11. La charge de 4,7 kΩ équivaut à la charge présentée par un circuit LSTTL sous 0,36 mA et une résistance de charge de 8,2 kΩ.
12. Il s'agit d'un test destiné à ratifier la norme UL de 220 V ca.

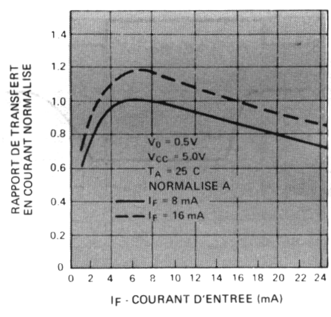


FIGURE 1 — Rapport de transfert en courant en fonction du courant d'entrée

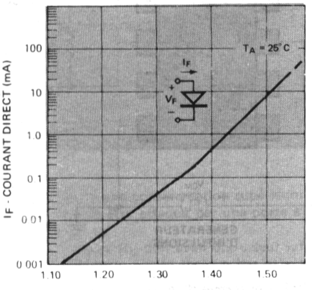


FIGURE 2 — Courant d'entrée en fonction de la tension directe

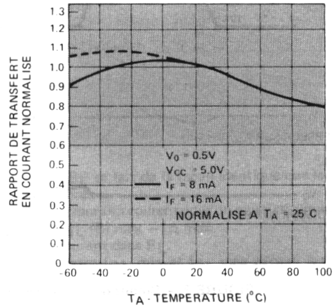


FIGURE 3 — Rapport de transfert en courant en fonction de la température

PHOTOCOUPLEURS

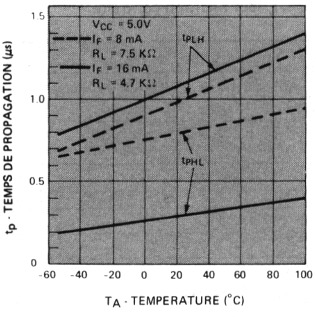


FIGURE 4 — Temps de propagation en fonction de la température

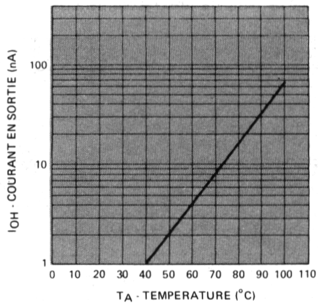


FIGURE 5 — Courant au niveau logique haut en fonction de la température

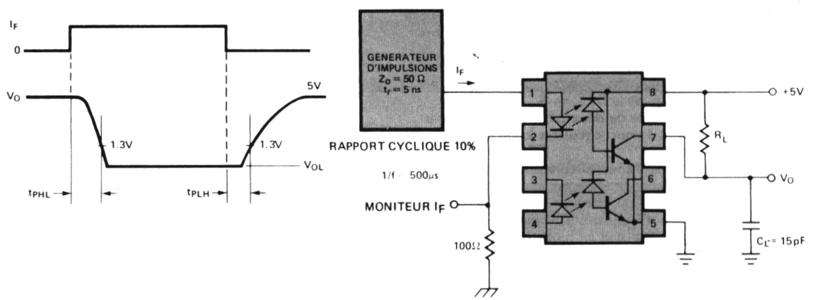


FIGURE 6 — Circuit de mesure en commutation

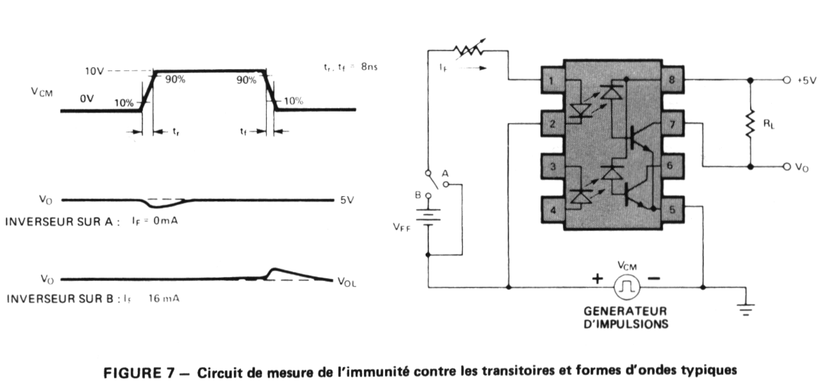
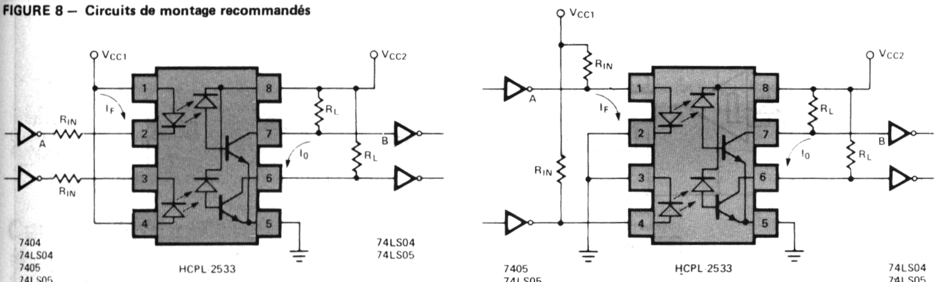


FIGURE 7 — Circuit de mesure de l'immunité contre les transitoires et formes d'ondes typiques

Conditions de fonctionnement recommandées

Le photocoupleur HCPL-2533 est spécialement conçu pour permettre l'interface entre logiques LSTTL-LSTTL ou TTL-LSTTL. Les circuits illustrés ci-dessous, avec les valeurs de composants préconisées, sont ceux que nous recommandons. La valeur du courant d'entrée est donnée à la fois en valeur nominale et en plage de courant : cette dernière tient compte des tolérances sur V_{CC} et sur R_{IN}. Le rapport de transfert en courant indiqué correspond à sa valeur minimale, dans la gamme de température, directement relevée dans les spécifications électriques. La valeur de I_{OL} min. est basée sur la valeur minimale du CTR et de I_F lorsque les valeurs de R_L et de V_{CC} sont les plus défavorables. Le courant I_{OL} min. résultant à une marge suffisante pour permettre une dégradation de 20% du CTR, même dans les conditions les plus défavorables. Pour de plus amples renseignements sur la dégradation du CTR, consulter la note d'applications 1002.

FIGURE 8 — Circuits de montage recommandés



a. CIRCUIT NON INVERSEUR TYPIQUE

b. CIRCUIT INVERSEUR TYPIQUE (voir note 12)

Paramètres correspondant aux circuits de montage recommandés

Paramètres	Symbole	LSTTL à LSTTL	TTL à LSTTL	Unité	Commentaires	Fig.	Note
ENTREE							
Tension de sortie niveau logique bas - Porte d'entrée	V_{OL} (A)	0,5	0,4	V	Maximum		
Tension d'alimentation - Entrée	V_{CC1}	5	5	V	± 5%		
Résistance d'entrée	R_{IN}	360 430	180 200	Ω	± 5%	8a 8b	
Courant d'entrée	I_F	8	16	mA	Nominal		
Plage du courant d'entrée	I_F	6,75-10	14-20 14,5-20	mA		8a 8b	
SORTIE							
Tension de sortie niveau logique bas - HCPL-2533	V_{OL} (B)	0,5	0,5	V	Maximum		
Tension d'alimentation - Sortie	V_{CC2}	5	5	V	± 5%		
Résistance de charge	R_L	20	8,2	kΩ	± 5%		13
Débit de courant nécessaire pour avoir un niveau logique bas	I_{OL} max.	0,61	1	mA	V_{CC}, R_L, I_{IL} (B) les plus défavorables		14
Rapport de transfert en courant du HCPL-2533	CTR	11	9	%	Minimum, $T_A = 0°C$ à $+70°C$		
Courant de sortie en niveau logique bas - HCPL-2533	I_{OL} min.	0,74	1,26 1,30	mA	V_{CC}, CTR, I_F les plus défavorables $T_A = 0°C$ à $+70°C$	8a 8b	15
Vitesse des données	f_D	250	250	Kb/s	NRZ, $T_A = 25°C$		16

NOTES :

12. Le circuit inverseur a une consommation supérieure au circuit non inverseur et doit être attaqué par une porte à collecteur ouvert en entrée.
13. La résistance de charge R_L doit avoir une valeur suffisamment grande pour atteindre le niveau logique bas et suffisamment faible pour atteindre le niveau logique haut dans les conditions les plus défavorables :

$$\frac{V_{CC}\,max - V_{OL}}{I_{OL}\,(2533) - I_{IL}\,(B)} \leqslant R_L \leqslant \frac{V_{CC}\,min - V_{IH}\,(B)}{I_{OH}\,(2533) - I_{IH}\,(B)}$$

Le choix de R_L se fait de la façon identique que le circuit soit inverseur ou non.

14. Le débit maximum en courant pour un niveau logique bas est de : $I_{OL}\,max = I_{IL}\,(B)\,max - I_R\,max$
I_R étant le courant dans R_L.
15. Le rapport entre I_{OL} min et I_{OL} max permet le calcul de la marge de dégradation du CTR. Voir note d'applications 1002.
16. La vitesse des données se définit de la façon suivante :

$$f_D = \frac{1}{t_{PHL} + t_{PLH}} \text{ bits/seconde NRZ}$$

HEWLETT PACKARD
COMPOSANTS

PHOTOCOUPLEUR PORTE LOGIQUE A FAIBLE COURANT D'ENTREE

HCPL-2200

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

SCHÉMA

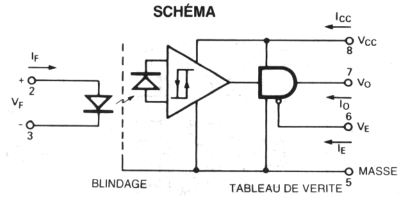
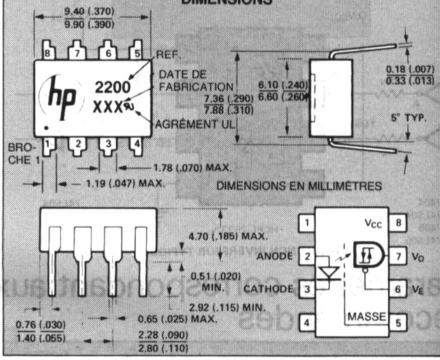


TABLEAU DE VERITE (logique positive)

Entrée	Validation	Sortie
H	H	Z
L	H	Z
H	L	H
L	L	L

DIMENSIONS



Caractéristiques

- COMPATIBLE AVEC LES LOGIQUES LSTTL, TTL ET CMOS
- 2,5 MBAUDS GARANTIS PAR RAPPORT A LA TEMPERATURE
- FAIBLE COURANT D'ENTREE (1,6 mA)
- LARGE BANDE DE V_{CC} (4,5 à 20 VOLTS)
- SORTIE A TROIS ETATS (RÉSISTANCE DE CHARGE NON REQUISE)
- FONCTIONNEMENT GARANTI ENTRE 0 ET +85°C
- AGREMENT UL (DOSSIER Nº E55361)
- BLINDAGE INTERNE PERMETTANT FORTE RÉJECTION EN MODE COMMUN
- TENSION D'ISOLEMENT DE 3000 V_{CC}

Applications

- ISOLEMENT DES SYSTÈMES LOGIQUES RAPIDES
- INTERFACES ENTRE PÉRIPHÉRIQUES ET ORDINATEURS
- INTERFACES DES SYSTÈMES A MICROPROCESSEURS
- SUPPRESSION DES BOUCLES DE MASSE
- REMPLACEMENT DES TRANSFORMATEURS D'IMPULSION
- CIRCUIT DE COMMANDE ISOLÉ
- RÉCEPTEUR RAPIDE

Description

Le système HCPL-2200 est une porte logique à couplage optique combinant une DEL GaAsP et un détecteur de photons intégré à grand gain. Le détecteur comporte un étage de sortie à trois états et présente un seuil de détection avec hystérésis.

Une résistance amplificatrice n'est plus nécessaire grâce à la sortie à 3 états qui autorise le pilotage direct des bus de données. L'hystérésis donne typiquement une immunité au bruit en mode différentiel de 0,1 mA et supprime le potentiel de bruit pour le signal de sortie. Le circuit intégré du détecteur contient un blindage interne assurant une immunité garantie aux transitoires en mode commun de 1000 V/µs, c'est-à-dire l'équivalent du rejet sur sinusoïde 300 volts à 1 MHz. L'amélioration du rejet de l'alimentation a pour conséquence que la nécessité de précautions de shuntage spécial de l'alimentation n'existe plus.

Les caractéristiques électriques et de commutation du dispositif HCPL-2200 sont garanties entre 0 et 85°C. Le fonctionnement du HCPL-2200 est garanti pour V_{CC} entre 4,5 et 20 volts. Le faible courant d'entrée I_F et la large bande de tensions (V_{CC}) permettent la compatibilité avec les logiques TTL, LSTTL et CMOS. La faiblesse de I_F et I_{CC} se traduit par une consommation d'énergie plus faible que celle des autres photocoupleurs rapides. Les signaux logiques sont transmis avec un retard de propagation type de 160 ns lorsqu'un condensateur d'écrétage de 120 pF est utilisé en parallèle avec la résistance de limitation du courant de 1,1 kohm.

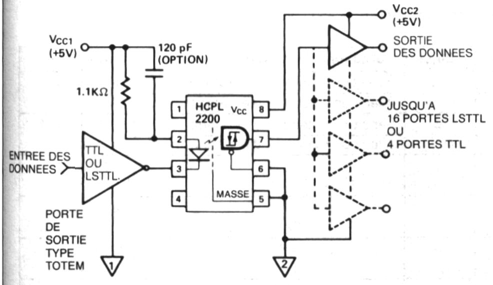
Le HCPL-2200 est utile pour isoler les interfaces logiques rapides, pour tamponner (buffer) les lignes d'entrée et de sortie et pour employer des récepteurs isolés dans des environnements particulièrement bruyants.

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unités
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,5	20	Volts
Tension d'activation de l'état haut	V_{EH}	2	20	Volts
Tension d'activation de l'état bas	V_{EL}	0	0,8	Volts
Courant direct d'entrée	$I_{F(ON)}$	1,6*	5	mA
Courant direct d'entrée	$I_{F(OFF)}$	–	0,1	mA
Température de fonctionnement	T_A	0	85(1)	°C
Sortance	N		4	Portes TTL

* L'état 1,6 mA tient compte d'une bande de sauvegarde de dégradation du CTR.

Conception recommandée du circuit



Le condensateur 120 pF peut être omis lorsque le retard de propagation de 500 ns est suffisant

Figure 1 - Circuit recommandé, LSTTL ou TTL

Valeurs limites absolues

(Pas de correction jusqu'à 70°C)

Température de stockage .... −55 à +125°C
Température de fonctionnement .... −40 à +85°C[1]
Température de soudage .... 260°C pendant 10 secondes
(1,6 mm en dessous du plan d'assise)
Moyenne du courant direct d'entrée − I_F .... 10 mA
Crête du courant transitoire d'entrée − I_F 1A
(⩽ largeur d'impulsion 1 µs, 100 pps)
Tension inverse d'entrée .... 5 V
Tension d'alimentation − V_{CC} .... 0,0V min, 20 V max.
Tension d'activation trois états − VE .. −0,5 V min, 20 V max.
Tension de sortie − V_o .... −0,5 V min, 20 V max.
Dissipation de puissance totale du dispositif − P ... 210 mW[1]
Courant moyen de sortie − I_o .... 25 mA

Caractéristiques électriques

Pour 0°C ⩽ T_A [1] ⩽ 85°C, 4,5 V ⩽ V_{cc} ⩽ 20 V, 1,6 mA ⩽ $I_{F(ON)}$ ⩽ 5 mA, 2 V ⩽ V_{EH} ⩽ 20 V, 0 V ⩽ V_{EL} ⩽ 0,8 V, 0 mA ⩽ $I_{F(OFF)}$ ⩽ 0,1 mA.
Sauf indication contraire, toutes les valeurs sont typiques dans les conditions suivantes T_A = 25°C, Vcc = 5 V, I_F (on) = 3 mA.

Paramètre	Symbole	Min.	Type	Max.	Unités	Conditions de mesure		Figure	Note
Tension de sortie, état logique bas	V_{OL}			0,5	Volts	I_{OL} = 6,4 mA (4 charges TTL)		2	
Tension de sortie, état logique haut	V_{OH}	2,4			Volts	I_{OH} = -2,6 mA		3	
Courant de fuite en sortie ($V_{OUT} > V_{CC}$)	I_{OHH}			100	µA	V_O = 5,5V	I_F = 5 mA		
				500	µA	V_O = 20V	V_{CC} = 4,5V		
Tension d'activ. à l'état logique haut	V_{EH}	2			Volts				
Tension d'activ. à l'état logique bas	V_{EL}			0,8	Volts				
Courant d'activ. à l'état logique haut	I_{EH}			20	µA	V_{EN} = 2,7V			
				100	µA	V_{EN} = 5,5V			
			0,004	250	µA	V_{EN} = 20V			
Courant d'activ. à l'état logique bas	I_{EL}			-0,32	mA	V_{EN} = 0,4V			
Courant d'alim. à l'état logique bas	I_{CCL}		4,5	6	mA	V_{CC} = 5,5V	I_F = 0 mA		
			5,25	7,5	mA	V_{CC} = 20V	V_E = Indifférent		
Courant d'alim. à l'état logique haut	I_{CCH}		2,7	4,5	mA	V_{CC} = 5,5V	I_F = 5 mA,		
			3,1	6	mA	V_{CC} = 20V	V_E = Indifférent		
Courant de sortie à l'état haute impédance	I_{OZL}			-20	µA	V_O = 0,4V	V_{EN} = 2V, I_F = 5 mA		
	I_{OZH}			20	µA	V_O = 2,4V	V_{EN} = 2V, I_F = 0		
				100	µA	V_O = 5,5V			
				500	µA	V_O = 20V			
Courant de sortie en court-circuit à l'état logique bas	I_{OSL}	25			mA	V_O = V_{CC} = 5,5V	I_F = 0 mA		2
		40			mA	V_O = V_{CC} = 20V			
Courant de sortie en court-circuit à l'état logique haut	I_{OSH}	-10			mA	V_{CC} = 5,5V	I_F = 5 mA, V_O = GND		2
		-25			mA	V_{CC} = 20V			
Hystérésis courant d'entrée	I_{HYS}		0,12		mA	V_{CC} = 5V		4	
Tension directe d'entrée	V_F		1,5	1,70	Volts	I_F = 5 mA, T_A = 25° C		5	
Tension inverse de rupture en entrée	V_R	5			Volts	I_R = 10 µA à T_A = 25°C			
Coefficient de température de la diode d'entrée	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$		-1,7		mV/°C	I_F = 5 mA			
Courant de fuite d'isolement d'entrée/sortie	I_{I-O}			1	µA	V_{I-O} = 3000 VDC, T_A = 25° C, t = 5s, Humidité relative = 45 %			3,7
Résistance d'entrée/sortie	R_{I-O}		10^{12}		ohms	V_{I-O} = 500 VDC			3
Capacité d'entrée/sortie	C_{I-O}		0,6		pF	f = 1 MHz, V_{I-O} = 0 VDC			3
Capacité d'entrée.	C_{IN}		90		pF	f = 1 MHz, V_F = 0 V, broches 2 et 3			

Caractéristiques de commutation

Pour 0°C ≤ T_A [1] ≤ 85°C, 4,5 V ≤ V_{cc} ≤ 20V, 1,6 mA ≤ $I_{F(ON)}$ ≤ 5 mA, 0 mA ≤ $I_{F(OFF)}$ ≤ 0,1 mA.
Sauf indication contraire, toutes les valeurs sont typiques dans les conditions suivantes T_A = 25°C, Vcc = 5 V, I_F (on) = 3 mA.

Paramètre	Symbole	Min.	Type	Max.	Unités	Conditions de mesure	Figure	Note
Temps de propagation au niveau de sortie logique bas	t_{PHL}		210		ns	Sans condensateur d'écrêtage	6,7	4,5
			160	400		Avec condensateur d'écrêtage		
Temps de propagation au niveau de sortie logique haut	t_{PLH}		170		ns	Sans condensateur d'écrêtage	6,7	4,5
			115	400		Avec condensateur d'écrêtage		
Temps d'activation de sortie à l'état logique haut	t_{PZH}		25		ns		8,10	
Temps d'activation de sortie à l'état logique bas	t_{PZL}		28		ns		8,9	
Temps d'inactivation de sortie à partir de l'état logique haut	t_{PHZ}		105		ns		8,10	
Temps d'inactivation de sortie à partir de l'état logique bas	t_{PLZ}		60		ns		8,9	
Temps de mont. en sortie (10-90 %)	t_r		55		ns		6,11	
Temps de desc. en sortie (90-10 %)	t_f		15		ns		6,11	
Immunité au transitoire en mode commun à l'état logique haut	CM_H	-1000	-10000		V/µs	T_A = 25° C, I_F = 1,6 mA V_{CM} = 50 V	12,13	6
Immunité au transitoire en mode commun à l'état logique bas	CM_L	1000	10000		V/µs	T_A = 25° C, I_F = 0 V_{CM} = 50 V	12,13	6

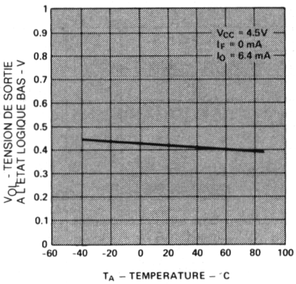


Figure 2 - Courbe caractéristique de la tension de sortie à l'état logique bas en fonction de la température.

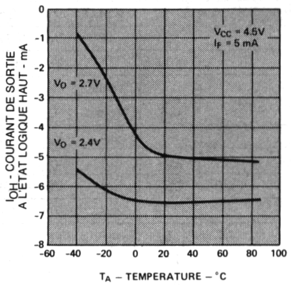


Figure 3 - Courbe caractéristique du courant de sortie à l'état logique haut en fonction de la température.

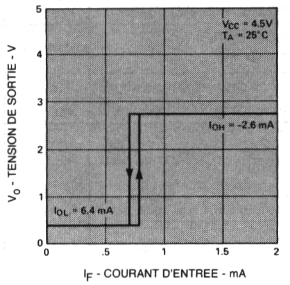


Figure 4 - Tension de sortie en fonction du courant direct d'entrée.

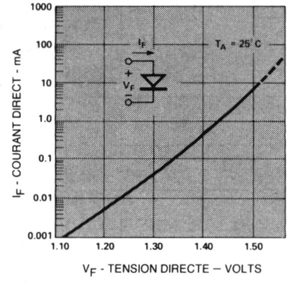


Figure 5 - Caractéristique directe typique de la diode d'entrée.

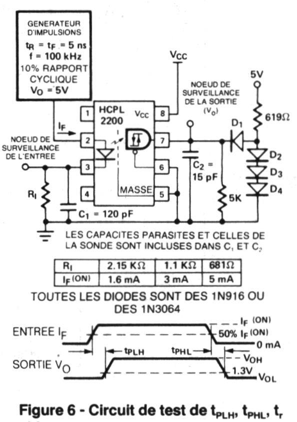


Figure 6 - Circuit de test de t_{PLH}, t_{PHL}, t_r et t_f.

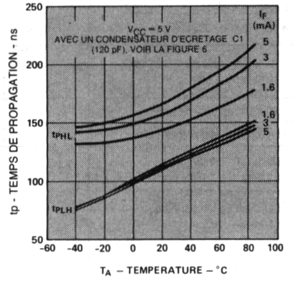


Figure 7 - Temps de propagation typique en fonction de la température.

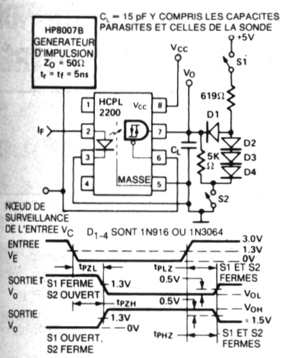


Figure 8 - Circuit de test pour t_{PHZ}, t_{PZH}, t_{PLZ} et t_{PZL}.

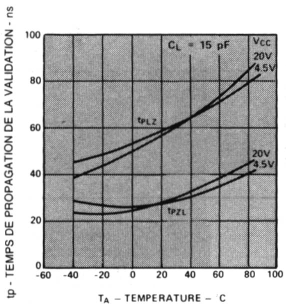


Figure 9 - Temps de propagation typique de la validation à l'état logique bas en fonction de la température.

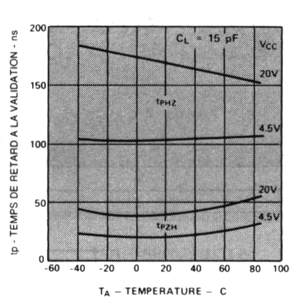


Figure 10 - Temps de propagation typique de la validation à l'état logique haut en fonction de la température.

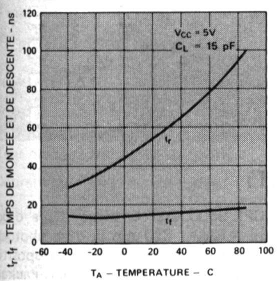


Figure 11 - Temps de montée et de descente typiques en fonction de la température.

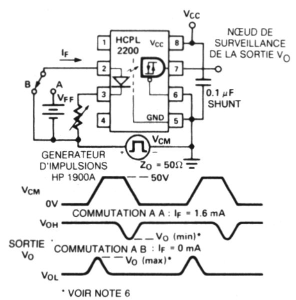


Figure 12 - Circuit de test pour l'immunité aux transitoires en mode commun et signaux caractéristiques.

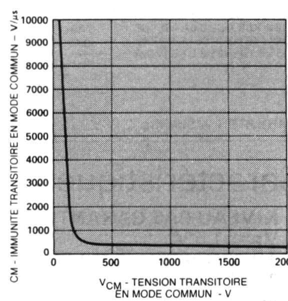
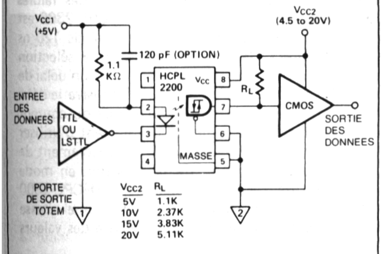


Figure 13 - Courbe typique, immunité aux transitoires en mode commun en fonction de l'amplitude de ces transitoires.



V_{CC2}	R_L
5V	1.1K
10V	2.37K
15V	3.83K
20V	5.11K

Figure 14 - Circuit recommandé LSTTL à CMOS.

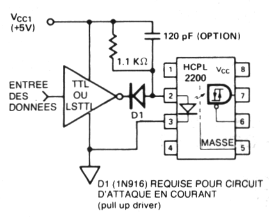


Figure 15 - Autre circuit de commande de la DEL.

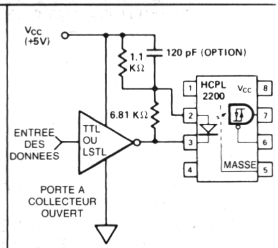


Figure 16 - Commande de la DEL en série avec porte collecteur ouvert (shunts résistifs 6,81 kohms, I_{OH} venant de la DEL).

Le condensateur 120 pF peut être omis lorsque le retard de propagation de 500 ns est suffisant

Notes :

1. La consommation totale de puissance (P) du dispositif doit être corrigée linéairement au-dessus de 70°C à l'air libre, à raison de 4,5 mW/°C.
2. La durée du court-circuit de la sortie ne doit pas dépasser 10 ms.
3. Le dispositif est considéré comme un dispositif à deux bornes : les broches 1, 2, 3 et 4 sont court-circuitées ensemble, tandis que les broches 5, 6, 7 et 8 sont également court-circuitées.
4. Le retard de propagation T_{PLH} est mesuré entre le point 50 % du front avant de l'impulsion d'entrée et le point 1,3 V du front avant de l'impulsion de sortie. Le retard de propagation T_{PHL} est mesuré entre le point de 50 % du front arrière de l'impulsion d'entrée et le point 1,3 V du front arrière de l'impulsion de sortie.
5. Lorsque le condensateur d'écrêtage est omis, les temps de propagation peuvent augmenter de 100 ns.
6. CM_L est le taux maximum d'augmentation de la tension en mode commun qui peut être supporté lorsque la tension de sortie est à l'état logique bas ($V_O < 0{,}8$ V). CM_H est le taux maximum de descente de la tension en mode commun qui peut être supporté lorsque la tension de sortie est à l'état logique haut ($V_O > 2$ V).
7. Ce test est une vérification destinée à valider le classement 220 Vca de UL.

PHOTOCOUPLEURS

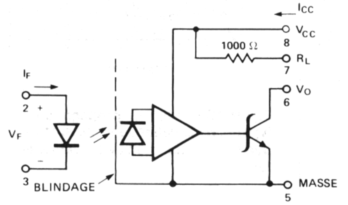
HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

PHOTOCOUPLEUR RAPIDE A FAIBLE COURANT D'ENTRÉE

HCPL-2300

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

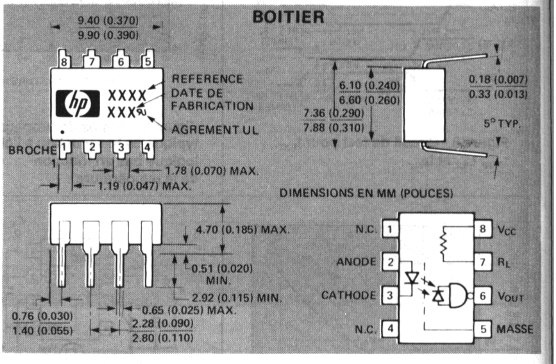


UN CONDENSATEUR DE DECOUPLAGE 0,01 A 0,1 µF DOIT ETRE INSERE ENTRE LES BROCHES 8 ET 5 (VOIR LA NOTE 1)

TABLEAU DE VERITE (LOGIQUE POSITIVE)

Entrée	Sortie
H	L
L	H

FIGURE 1 — Schéma



Caractéristiques

- **NIVEAU BAS GARANTI : I_F = 0,5 mA, $V_F \leqslant$ 1,5 V**
- **TRES RAPIDE : 5 MBd GARANTIS EN TEMPERATURE**
- **POLYVALENT : COMPATIBLE AVEC LES CIRCUITS TTL, LSTTL ET CMOS**
- **NOUVEAU IRED, AlGaAs 820 nm, MEILLEUR RENDEMENT**
- **REJECTION EN MODE COMMUN GRACE A UN BLINDAGE INTERNE**
- **SORTIE A COLLECTEUR OUVERT TYPE SCHOTTKY AVEC RESISTANCE DE CHARGE INTEGREE (EN OPTION)**
- **PERFORMANCES STATIQUES ET DYNAMIQUES GARANTIES ENTRE − 40°C ET + 85°C**
- **SELECTION SPECIALE POUR LES APPLICATIONS A FAIBLE COURANT DIRECT ($I_F \geqslant$ 150 µA)**
- **TENSION D'ISOLEMENT 3000 Vcc POUR UNE TENSION DE TRAVAIL DE 220 Vac**
- **AGREE UL (N° E55361)**

Applications

- **SUPPRESSION DES BOUCLES DE MASSE**
- **INTERFACES ENTRE PERIPHERIQUES ET ORDINATEURS**
- **DECALAGE DE NIVEAUX**
- **INTERFACES DE SYSTEMES A MICROPROCESSEUR**
- **ISOLEMENT NUMERIQUE POUR LES CONVERSIONS A/D, D/A**
- **INTERFACE RS-232-C**
- **RECEPTEUR RAPIDE ISOLE SUR LONGUE DISTANCE**

Description

Le photocoupleur HCPL-2300 est constitué d'une diode émettrice (photodiode) AlGaAs 820 nm et d'un photodétecteur intégré à grand gain. Cette association de dispositifs à semi-conducteurs conçus et fabriqués par Hewlett-Packard permet aux concepteurs de disposer de nouvelles possibilités au niveau de l'isolement des circuits logiques et de transmission de données.

Le nouvel émetteur rapide AlGaAs à faible courant fabriqué avec une jonction à diffusion unique est caractérisé par des temps rapides de montée et de descente pour des faibles courants de commande. Le photocoupleur HCPL-2300 est caractérisé par un délai typique de propagation de 120 ns pour un courant direct de 0,5 mA. Avec une sélection spéciale, ce photocoupleur permet de disposer d'un délai de propagation de 80 ns à 150 µA. La figure 6 illustre le délai de propagation par rapport à la caractéristique du courant d'entrée. Ces caractéristiques uniques permettent d'utiliser ce dispositif comme interface RS-232-C avec isolement de boucle de masse et amélioration de la réjection en mode commun. En tant que récepteur de ligne, le HCPL-2300 peut travailler sur des lignes plus longues à une vitesse déterminée de transmission de données à cause des valeurs plus faibles de I_F et V_F.

La sortie du détecteur blindé est un transistor SCHOTTKY à collecteur ouvert. Le blindage qui shunte le bruit en mode commun, couplé capacitivement pour le transmettre à la masse, assure une immunité garantie aux transitoires de 120 V/µs. Le circuit de sortie contient une résistance de charge intégrée (en option) de 1000 Ω pour le collecteur ouvert. Le concepteur peut utiliser cette résitance intégrée pour monter à 5 V en logique ou pour utiliser une résistance externe pour travailler à 18 V en logique CMOS.

Les caractéristiques électriques et de commutation du photocoupleur HCPL-2300 sont garanties entre − 40°C et + 85°C. Cette fiche technique permettra aux utilisateurs du HCPL-2300 de mettre en œuvre en toute confiance les exigences de performances statiques et dynamiques requises pour un bon fonctionnement dans des conditions d'environnement diverses.

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre		Symbole	Min.	Max.	Unité
Tension d'entrée, niveau bas		V_{FL}	– 2,5	0,8	V
Courant d'entrée, niveau haut	0°C à 85°C	I_{FH}	0,5	1	mA
	– 40°C à 85°C		0,5	0,75	
Tension d'alimentation, sortie		V_{CC}	4,75	5,25	V
Sortance (portes TTL)		N		5	
Température de fonctionnement		T_A	– 40	85	°C

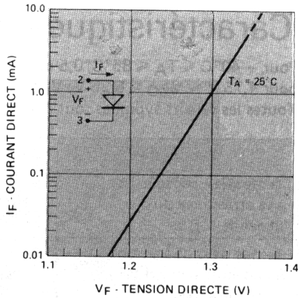


FIGURE 2 — Caractéristique directe typique de la diode d'entrée

Valeurs limites absolues

(pas de correction nécessaire)

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité	Référence
Température de stockage	T_S	– 55	125	°C	
Température de fonctionnement	T_A	– 40	85	°C	
Température de soudage	260°C pendant 10 s (1,6 mm en dessous du plan de base)				
Courant direct d'entrée, valeur moyenne	I_F		5	mA	Voir Note 2
Tension inverse d'entrée	V_R		4,5	V	
Tension d'alimentation	V_{CC}	0	7	V	
Tension de la résistance de charge	V_{RL}	– 0,5	V_{CC}	V	
Courant du collecteur de sortie	I_O	– 25	25	mA	
Dissipation de puissance d'entrée	P_I		10	mW	
Dissipation de puissance du collecteur de sortie	P_O		40	mW	
Tension du collecteur de sortie	V_O	– 0,5	18	V	

Caractéristiques électriques

Sauf spécifications contraires, pour $-40°C \leq T_A \leq 85°C$ et $4,75\ V \leq V_{CC} \leq 5,25\ V$, $V_{FL} \leq 0,8\ V$
Sauf spécifications contraires, les valeurs typiques sont à $T_A = 25°C$, $V_{CC} = 5\ V$

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Courant de sortie, niveau haut	I_{OH}		0,05	250	µA	$V_F = 0,8\ V$, $V_O = 18\ V$	4	
				10		$V_F = 0,8\ V$, $V_O = 18\ V$, $T_A = 25°C$		
Tension de sortie, niveau bas	V_{OL}		0,4	0,5	V	$I_F = 0,5\ mA$ I_{OL} (en surcharge) = 8 mA	3	
Courant d'alimentation, niveau haut	I_{CCH}		4	6,3	mA	$I_F = 0\ mA$, $V_{CC} = 5,25\ V$		
Courant d'alimentation, niveau bas	I_{CCL}		6,2	10	mA	$I_F = 1\ mA$, $V_{CC} = 5,25\ V$		
Tension directe d'entrée	V_F	1	1,3	1,5	V	$I_F = 1\ mA$, $T_A = 25°C$	2	
Coefficient de température de la diode d'entrée	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$		– 1,6		mV/°C	$I_F = 1\ mA$		
Tension de claquage inverse	BV_R	4,5			V	$I_R = 10\ \mu A$, $T_A = 25°C$		
Capacité d'entrée	C_{IN}		18		pF	$V_F = 0\ V$, f = 1 MHz		
Courant de fuite entrée/sortie	$I_{I\text{-}O}$			1	µA	Humidité relative = 45% $T_A = 25°C$, t = 5 s $V_{I\text{-}O} = 3000\ V$ cc		3, 9
Résistance (entrée/sortie)	$R_{I\text{-}O}$		10^{12}		Ω	$V_{I\text{-}O} = 500\ V$		3
Capacité (entrée/sortie)	$C_{I\text{-}O}$		0,6		pF	f = 1 MHz		3
Résistance amplificatrice interne	R_L	680	1000	1700	Ω			

Caractéristiques de commutation

Pour $-40°C \leqslant T_A \leqslant 85°C$, $0,5\ mA \leqslant I_{FH} \leqslant 0,75\ mA$; pour $0°C \leqslant T_A \leqslant 85°C$, $0,5\ mA \leqslant I_{FH} \leqslant 1\ mA$;
pour $4,75\ V \leqslant V_{CC} \leqslant 5,25\ V$, $V_{FL} \leqslant 0,8\ V$, sauf spécifications contraires
Toutes les valeurs typiques sont à $T_A = 25°C$, $V_{CC} = 5\ V$, $I_{FH} = 0,625\ mA$

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Figure	Note
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie	t_{PLH}		95		ns	$C_P = 0\ pF$	5, 6, 8	4, 8
			85	160		$C_P = 20\ pF$	5, 8	
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}		110		ns	$C_P = 0\ pF$	5, 6, 8	5, 8
			35	200		$C_P = 20\ pF$	5, 8	
Temps de montée en sortie (10-90%)	t_r		40		ns	$C_P = 20\ pF$	7, 8	8
Temps de descente en sortie (90-10%)	t_f		20					
Immunité contre les transitoires en mode commun à sortie niveau haut	CM_H	100	400		V/µs	$V_{CM} = 50\ V$ (crête), V_O (min.) $= 2\ V$, $R_L = 560\ \Omega$, $I_F = 0\ mA$	9, 10	6
Immunité contre les transitoires en mode commun à sortie niveau bas	CM_L	− 100	− 400		V/µs	$V_{CM} = 50\ V$ (crête), V_O (max.) $= 0,8\ V$, $R_L = 560\ \Omega$, $I_F = 0,5\ mA$	9, 10	7

(voir les notes à la page 5-35)

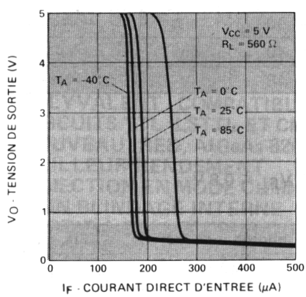


FIGURE 3 — Tension de sortie typique et courant direct d'entrée en fonction de la température

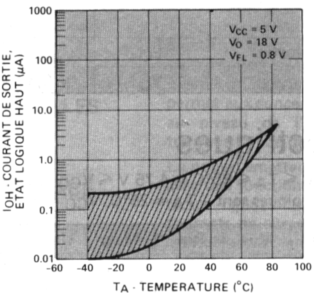


FIGURE 4 — Courant de sortie typique logique haut en fonction de la température

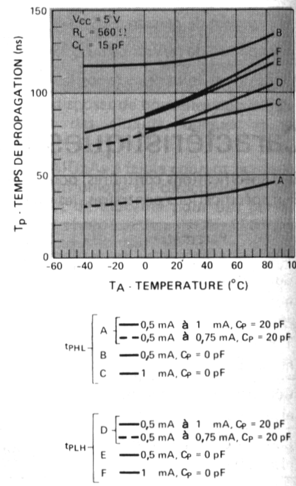


FIGURE 5 — Temps de propagation typique en fonction de la température et courant direct avec et sans condensateur d'écrêtage

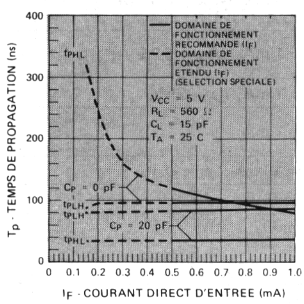


FIGURE 6 — Temps de propagation typique en fonction du courant direct

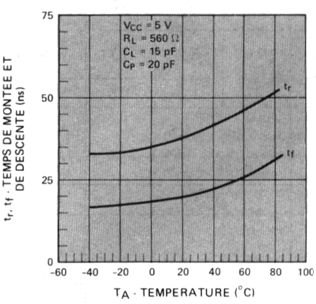


FIGURE 7 — Temps de montée, de descente typiques en fonction de la température

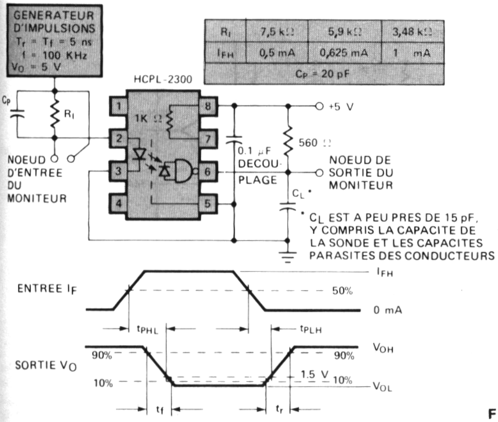


FIGURE 8 — Circuit d'essai de t_{PHL}, t_{PLH}, t_r et t_f

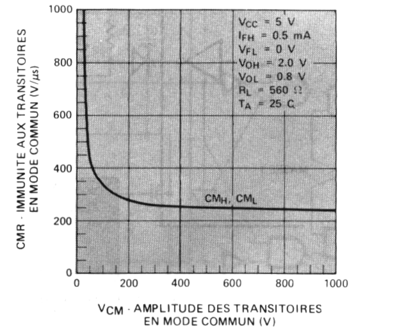


FIGURE 9 — Immunité typique aux transitoires en mode commun en fonction de l'amplitude des transitoires en mode commun

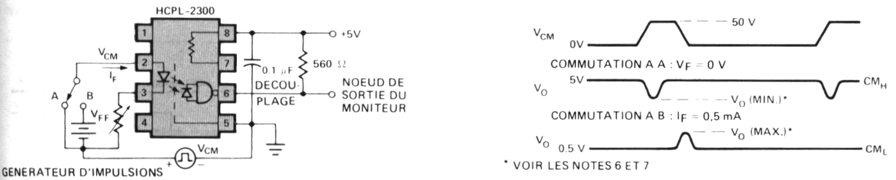


FIGURE 10 — Circuit d'essai de l'immunité aux transitoires en mode commun et formes d'ondes typiques

Applications

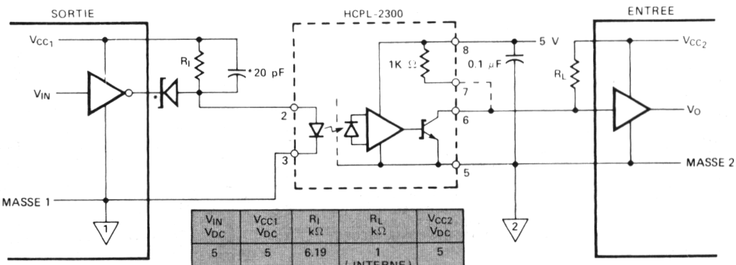
Le photocoupleur HCPL-2300 est caractérisé par une combinaison unique d'une DEL à faible courant de commande (0,5 mA) et d'une vitesse de travail de 5 MBd. Le faible courant d'alimentation (10 mA au maximum) et la possibilité d'assurer l'isolement entre des systèmes logiques permet d'utiliser le HCPL-2300 pour de nombreuses applications comme la traduction de niveaux logiques, les applications en récepteurs de lignes ou récepteur de lignes partagées, isolement des portes d'E/S de microprocesseurs, etc. La sortie à collecteur ouvert permet de réaliser un montage «OU» câblé. Les figures 11 à 18 illustrent des circuits d'interfaces particuliers et donnent en même temps les valeurs des composants correspondants, les performances et l'implantation recommandées.

Dans la gamme de température de fonctionnement comprise entre − 40°C et + 85°C, un courant direct moyen de DEL (I_F) de 0,625 mA est recommandé pour éviter une surmodulation du circuit intégré détecteur provoquée par une augmentation de l'efficacité de la DEL entre 0°C et − 40°C. Pour une plage de température plus étroite de 0°C à 85°C, le courant de fonctionnement recommandé pour la DEL est de 0,75 mA pour le point de fonctionnement en milieu de bande et pour diminuer les variations du temps de propagation. Une capacité de crête de 20 pF en parallèle avec la résistance limitatrice du courant de la DEL diminue t_{PHL} de 33% environ en t_{PLH} de 13%. Le maintien de la tension directe de la DEL (V_F) en-dessous de 0,8 V assure que la sortie du HCPL-2300 est arrêtée.

La technique préconisée de commande de shunt pour les circuits TTL/LSTTL/CMOS de la figure 11 assure l'optimisation de la vitesse, évite l'existence d'un circuit de courant de fuite dans la DEL et diminue les influences en mode commun caractéristiques de la commutation en série d'une DEL «flottante». D'autres techniques de commande en série avec un inverseur CMOS actif ou un inverseur TTL/LSTTL à collecteur ouvert sont illustrées respectivement aux figures 12 et 13. Le courant de fuite du collecteur ouvert (250 μA) a été compensé par une résistance de 3,16 kΩ (figure 13) mais il a fallu multiplier par deux le courant direct de fonctionnement.

La figure 14 illustre l'utilisation du HCPL-2300 comme récepteur de ligne asymétrique dans le cadre d'applications de liaisons de transmission de données par des lignes longues à paires torsadées. Les faibles valeurs I_F et V_F de la DEL favorisent une augmentation de la longueur de la ligne, des vitesses plus hautes et plusieurs stations, contrairement aux photocoupleurs dont les caractéristiques I_F et V_F sont plus fortes. Le circuit symétrique à phase partagée de la figure 15 permet d'améliorer les performances en vitesse et d'obtenir une immunité pratiquement illimitée en mode commun. Il est également possible de réaliser un récepteur de base de ligne symétrique (différentielle) avec le HCPL-2300 de la figure 15, mais avec une immunité en mode commun typique de 400 V/μs. La vitesse de transmission des données et la distance des deux circuits précédents - récepteur de ligne symétrique et de ligne asymétrique - sont comparées à la figure 16. Le circuit d'interface RS-232-C de la figure 17 assure une immunité garantie minimale en mode commun de 100 V/μs tout en sauvegardant la gamme dynamique 2:1 de I_F.

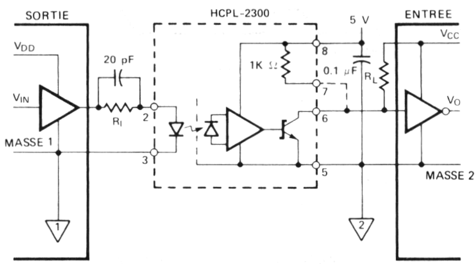
La figure 18 présente une implantation préconisée comportant une résistance interne de 1000 Ω, une résistance de charge externe et le condensateur de découplage requis de V_{CC}. V_{CC1} sert avec une résistance de charge externe pour des niveaux de tension de sortie (V0) supérieurs ou égaux à 5 V. Comme il apparaît à la figure 18, une trace optionnelle V_{CC} et masse peut être placée entre les conducteurs d'entrée et de sortie du photocoupleur HCPL-2300 pour compléter l'immunité aux bruits au détriment des possibilités d'isolement.



V_{IN} V_{DC}	V_{CC1} V_{DC}	R_I kΩ	R_L kΩ	V_{CC2} V_{DC}
5	5	6.19	1 (INTERNE)	5
10	10	14.7	2.37	10
15	15	21.5	3.16	15

* LA DIODE SCHOTTKY (HP 5082-2800 OU EQUIVALENT) ET LE CONDENSATEUR DE 20 pF NE SONT PAS NECESSAIRES LORSQUE LES UNITES ONT UNE SORTIE A COLLECTEUR OUVERT.

FIGURE 11 – Circuit recommandé de commande à shunt pour réaliser une interface entre des systèmes logiques TTL/LSTTL/CMOS



V_{IN} V_{DC}	V_{DD} V_{DC}	R_I kΩ	R_L kΩ	V_{CC} V_{DC}
5	5	5.11	1 (INTERNE)	5
10	10	13.3	2.37	10
15	15	19.6	3.16	15

FIGURE 12 – Circuit actif de commande en série CMOS

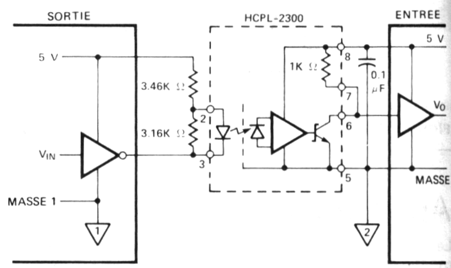
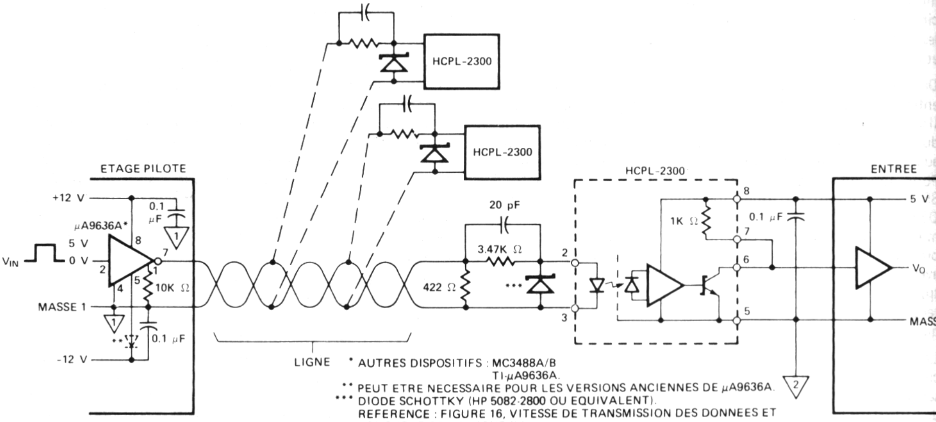
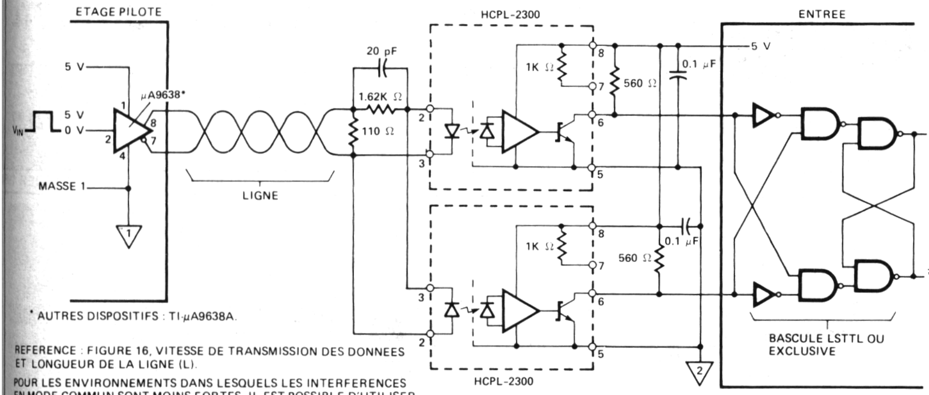


FIGURE 13 – Commande série à partir d'unités TTL/LSTTL à collecteur ouvert



* AUTRES DISPOSITIFS : MC3488A/B TI-μA9636A.
** PEUT ETRE NECESSAIRE POUR LES VERSIONS ANCIENNES DE μA9636A.
*** DIODE SCHOTTKY (HP 5082-2800 OU EQUIVALENT).
REFERENCE : FIGURE 16, VITESSE DE TRANSMISSION DES DONNEES ET LONGUEUR DE LA LIGNE (L).

FIGURE 14 – Utilisation du HCPL-2300 comme récepteur isolé de ligne asymétrique



REFERENCE : FIGURE 16, VITESSE DE TRANSMISSION DES DONNEES ET LONGUEUR DE LA LIGNE (L).

POUR LES ENVIRONNEMENTS DANS LESQUELS LES INTERFERENCES EN MODE COMMUN SONT MOINS FORTES, IL EST POSSIBLE D'UTILISER UN PHOTOCOUPLEUR HCPL-2300 SANS BASCULE «OU» EXCLUSIF, POUR LES APPLICATIONS DE RECEPTION DE LIGNE SYMETRIQUE.

FIGURE 15 – Emploi de deux HCPL-2300 comme récepteurs isolés et rapides de lignes symétriques à phase partagée avec une forte amélioration limitée en mode commun

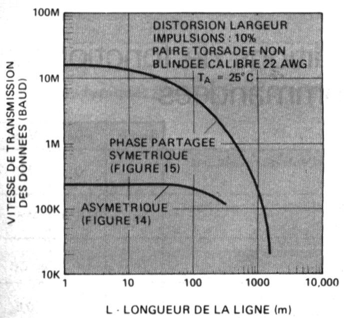


FIGURE 16 – Vitesse typique de transmission de données de point à point et longueur de ligne pour des récepteurs de ligne asymétrique (figure 14) et symétrique (figure 15) avec le photocoupleur HCPL-2300

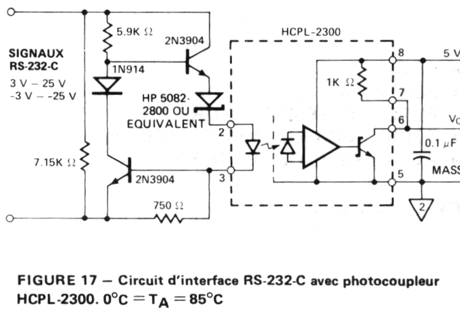


FIGURE 17 – Circuit d'interface RS-232-C avec photocoupleur HCPL-2300. 0°C = T_A = 85°C

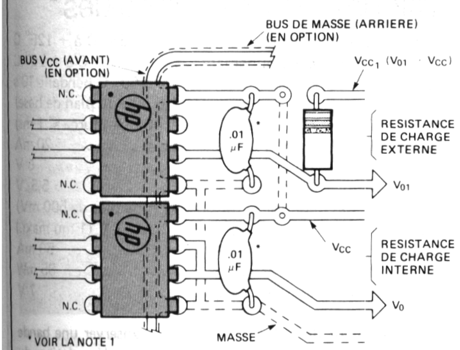


FIGURE 18 – Implantation préconisée sur la carte

Notes :

1. Le découplage de la ligne d'alimentation doit être fait en insérant un condensateur disque céramique de 0,01 μF à côté de chaque photocoupleur, comme il apparaît à la figure 18. Le bus d'alimentation du ou des photocoupleurs doit être séparé du bus des autres charges actives; autrement, il peut être nécessaire d'insérer un condensateur de découplage ayant une valeur plus forte (jusqu'à 0,1 μF) pour supprimer le feed-back régénérateur par l'alimentation.
2. Les circuits de crête peuvent donner naissance à des courants transitoires d'entrée de 100 mA, avec des impulsions de largeur maximale 500 ns, si le courant moyen ne dépasse pas 5 mA.
3. Le dispositif est considéré cmme une unité a deux bornes : les broches 1, 2, 3 et 4 sont court-circuitées ensemble et les broches 5, 6, 7 et 8 sont également reliées entre elles.
4. Le temps de propagation t_{PLH} est mesuré entre le point 50% du front arrière de l'impulsion d'entrée et le point 1,5 V du front arrière de l'impulsion de sortie.
5. Le temps de propagation t_{PHL} est mesuré du point 50% du front avant de l'impulsion d'entrée au point 1,5 V du front avant de l'impulsion de sortie.
6. CM_H est le taux maximum tolérable de montée de la tension en mode commun pour garantir que la sortie demeurera à l'état logique 0 (c'est-à-dire $V_{OUT} > 2$ V).
7. CM_L est le taux tolérable maximum de descente de la tension en mode commun pour garantir que la sortie demeurera à l'état logique bas (c'est-à-dire $V_{OUT} < 0{,}8$ V).
8. Cp est la capacité de crête. Voir le circuit d'essai de la figure 8.
9. Ce test est une vérification destinée à valider le classement 220 Vca de UL.

PHOTOCOUPLEUR COMPATIBLE LSTTL/TTL

6N137

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

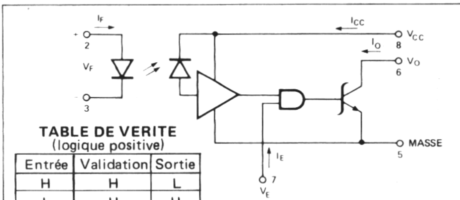


TABLE DE VERITE
(logique positive)

Entrée	Validation	Sortie
H	H	L
L	H	H
H	L	H
L	L	H

Note : Un condensateur de découplage de 0,01 à 0,1 µF doit être connecté entre les broches 8 et 5

FIGURE 1

Caractéristiques

- **COMPATIBLES LSTTL/TTL : ALIMENTATION 5 V**
- **TRES GRANDE VITESSE**
- **FAIBLE COURANT D'ENTREE**
- **GRANDE REJECTION EN MODE COMMUN**
- **PERFORMANCES GARANTIES DANS LA PLAGE DE TEMPERATURE**
- **TENSION D'ISOLEMENT : 3000 V_{CC}**
- **AGREE UL (DOSSIER N° E55361)**

Description/Applications

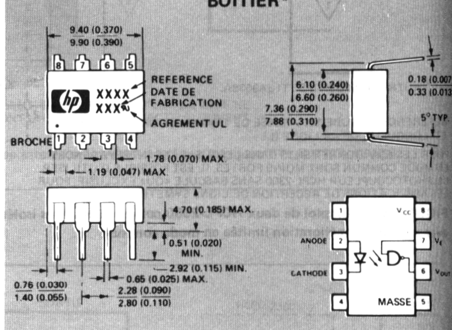
Le photocoupleur 6N137 est constitué par une DEL au GaAsP et un détecteur intégré (photodiode) de conception particulière. Le détecteur est suivi d'un amplificateur linéaire à grand gain attaquant un transistor de sortie à collecteur ouvert, bouclé par une diode Schottky. Le circuit est compensé en température (courant et tension).

La conception de cet isolateur permet un isolement maximal continu et alternatif entre entrée et sortie tout en conservant la compatibilité LSTTL/TTL. Les paramètres de fonctionnement de l'isolateur sont garantis entre 0° C et + 70° C, et permettent, sous un courant d'entrée minimum de 5 mA, d'obtenir une sortance de 8 (13 mA) sous une tension d'alimentation du détecteur de 5 V_{CC}. Cet isolement et ce couplage sont obtenus avec un temps de propagation de 45 ns. L'entrée validation permet l'échantillonnage du détecteur avec des caractéristiques d'entrée et de sortie compatibles LSTTL/TTL, son temps de propagation est de 25 ns typique.

Le 6N137 peut être utilisé comme interface dans les circuits numériques à grande vitesse qui nécessitent une forte réjection en mode commun, tels que les récepteurs de ligne ou les alimentations flottantes, les moteurs à commande numérique ou tous systèmes de commande de machine. L'élimination du couplage par la masse entre un ordinateur et sa mémoire périphérique, son imprimante, son contrôleur peut être ainsi réalisée avec ce photocoupleur.

La sortie à collecteur ouvert donne la possibilité d'échantillonner, de réaliser des raccordements par bus et des portes -OU câblées.

BOITIER*



DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)

Conditions de fonctionnement recommandées

	Symb.	Min.	Max.	Unité
Courant d'entrée, niveau bas (par voie)	I_{FL}	0	250	µA
Courant d'entrée, niveau haut (par voie)	I_{FH}	6,3**	15	mA
Tension de validation, niveau haut	V_{EH}	2	V_{CC}	V
Tension de validation, niveau bas (sortie niveau haut)	V_{EL}	0	0,8	V
Tension d'alimentation, sortie	V_{CC}	4,5	5,5	V
Sortance	N		8	
Température de fonctionnement	T_A	0	70	°C

Valeurs limites absolues*

Température de stockage . . . . – 55° C à + 125° C
Température de fonctionnement . . . . 0° C à + 70° C
Température de soudage . . . . 260° C pendant 10 s
(à 1,6 mm du plan de base)
Courant direct crête à l'entrée . . . 40 mA (durée ≤ 1 ms)
Courant direct moyen à l'entrée . . . . 20 mA
Tension d'entrée inverse . . . . 5 V
Tension d'entrée validation . . . . 5,5, V
(ne doit pas dépasser la tension V_{CC} de plus de 500 mV)
Tension d'alimentation – V_{CC} . . . . . . 7 V (1 mn maxi.)
Courant en sortie – I_O . . . . 50 mA
Puissance dissipée en sortie . . . . 85 mW
Tension de sortie – V_O . . . . 7 V

** Cette valeur de 6,3 mA permet de conserver une bande de garde minimale de 20% contre la dégradation du rapport de transfert en courant. Le seuil de commutation initial est réglé à 5 mA ou moins.

* Normes JEDEC

Caractéristiques électriques

DANS LA PLAGE DE TEMPERATURE $T_A = 0°$ C A 70° C (SAUF MENTION CONTRAIRE)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.**	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Courant de sortie Niveau haut	I_{OH}*		2	250	μA	V_{CC} = 5,5 V, V_O = 5,5 V I_F = 250 μA, V_E = 2 V	6	
Tension de sortie Niveau bas	V_{OL}*		0,4	0,6	V	V_{CC} = 5,5 V, I_F = 5 mA V_{EH} = 2 V, I_{OL} = 13 mA	3, 5	
Courant de validation Niveau haut	I_{EH}		−0,8		mA	V_{CC} = 5,5 V, V_E = 2 V		
Courant de validation Niveau bas	I_{EL}*		−1,2	−2	mA	V_{CC} = 5,5 V, V_E = 0,5 V		
Courant d'alimentation Niveau haut	I_{CCH}*		7	15	mA	V_{CC} = 5,5 V, I_F = 0 V_E = 0,5 V		
Courant d'alimentation Niveau bas	I_{CCL}*		13	18	mA	V_{CC} = 5,5 V, I_F = 10 mA V_E = 0,5 V		
Courant de fuite entrée/sortie (isolement)	I_{I-O}*			1	μA	Humidité relative = 45% T_A = 25° C, t = 5s V_{I-O} = 3000 V CC		5, 9
Résistance entrée/sortie	R_{I-O}		10^{12}		Ω	V_{I-O} = 500 V, T_A = 25° C		5
Capacité entrée/sortie	C_{I-O}		0,6		pF	f = 1 MHz, T_A = 25° C		5
Tension directe d'entrée	V_F*		1,5	1,75	V	I_F = 10 mA, T_A = 25° C	4	8
Tension inverse d'entrée	BV_R*	5			V	I_R = 10 μA, T_A = 25° C		
Capacité d'entrée	C_{IN}		60		pF	V_F = 0, f = 1 MHz		
Rapport de transfert en courant	CTR		700		%	I_F = 5 mA, R_L = 100 Ω	2	7

* Normes JEDEC
** Toutes valeurs typiques pour T_A = 25° C et V_{CC} = 5 V

Caractéristiques de commutation à $T_A = 25°C$, $V_{CC} = 5V$

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie	t_{PLH}*		45	75	ns	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF I_F = 7,5 mA	7, 9	1
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}*		45	75	ns	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF I_F = 7,5 mA	7, 9	2
Temps de montée et de descente en sortie (10-90%)	t_r, t_f		20, 30		ns	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF I_F = 7,5 mA		
Temps de propagation à la croissance du signal de validation	t_{ELH}		40		ns	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF I_F = 7,5 mA, V_{EH} = 3 V V_{EL} = 0,5 V	8	3
Temps de propagation à la décroissance du signal de validation	t_{EHL}		25		ns	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF I_F = 7,5 mA, V_{EH} = 3 V V_{EL} = 0,5 V	8	4
Immunité contre les transitoires en mode commun Sortie niveau haut	CM_H		50		V/μs	V_{CM} = 10 V R_L = 350 Ω V_O (min.) = 2 V I_F = 0 mA	11	6
Immunité contre les transitoires en mode commun Sortie niveau bas	CM_L		−150		V/μs	V_{CM} = 10 V R_L = 350 Ω V_O (max.) = 0,8 V I_F = 7,5 mA	11	6

* Normes JEDEC

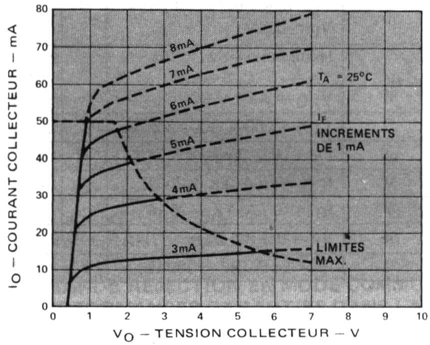
Fonctionnement et définitions

Convention logique : le 6N137 est défini en termes de logique positive.

Découplage : un condensateur de découplage céramique de 0,01 à 0,1 μF doit être connecté entre les broches 8 et 5 (Figure 12). Son but est de stabiliser le fonctionnement de l'amplificateur linéaire à grand gain. Sans ce découplage, les caractéristiques de commutation risquent d'être perturbées. La longueur totale des connexions entre le condensateur et le photocoupleur doit être inférieure à 20 mm.

Polarité : toutes les tensions sont mesurées par rapport à la masse du système (broche 5). Le courant allant vers la sortie est positif.

Entrée validation : logique «1» pour circuit d'entrée ouvert, il n'est pas nécessaire d'avoir une résistance de charge (Pull-up).



Note : Les tirets correspondent au fonctionnement en impulsions

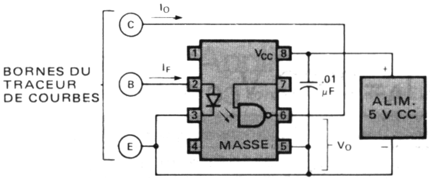
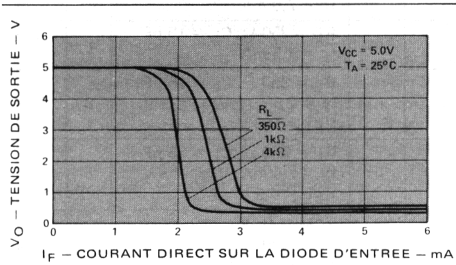


FIGURE 2 – Caractéristiques du circuit collecteur de l'isolateur



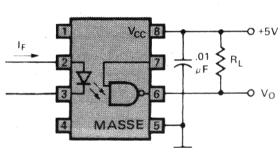


FIGURE 3 – Caractéristiques entrée/sortie

Notes :

1. Le temps de propagation t_{PLH} est mesuré entre le point 3,75 mA du front arrière de l'impulsion d'entrée et le point 1,5 V sur le front arrière de l'impulsion de sortie.
2. Le temps de propagation t_{PHL} est mesuré entre le point 3,75 mA du front avant de l'impulsion d'entrée et le point 1,5 V du front avant de l'impulsion de sortie.
3. Le temps de propagation t_{ELH} est mesuré entre le point 1,5 V du front arrière de l'impulsion de validation et le point 1,5 V du front arrière de l'impulsion de sortie.
4. Le temps de propagation t_{EHL} est mesuré entre le point 1,5 V du front avant de l'impulsion de validation et le point 1,5 V du front avant de l'impulsion de sortie.
5. Coupleur considéré comme un système à 2 pôles : mesure réalisée entre broches 2, 3 court-circuitées et broches 5, 6, 7, 8 court-circuitées.
6. L'immunité contre les transitoires en mode commun, au niveau logique haut, est le rapport dV_{CM}/dt positif maximal admissible sur le front avant de l'impulsion en mode commun, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état haut (c'est-à-dire $V_O > 2$ V). L'immunité contre les transitoires en mode commun au niveau bas est le rapport dV_{CM}/dt négatif maximal admissible sur le front arrière de l'impulsion en mode commun, V_{CM}, pour que la porte reste à l'état bas (c'est-à-dire $V_O < 0{,}8$ V).
7. Le RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT est défini comme le rapport entre le courant de sortie et le courant direct à l'entrée en %.
8. A 10 mA, V_F décroît de 1,6 mV/° C en fonction de l'accroissement de la température.
9. Il s'agit d'un test destiné à ratifier la norme UL de 220 V ca.

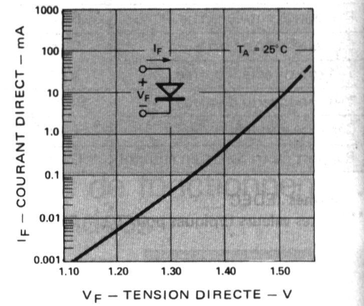


FIGURE 4 – Caractéristiques du circuit de la diode d'entrée

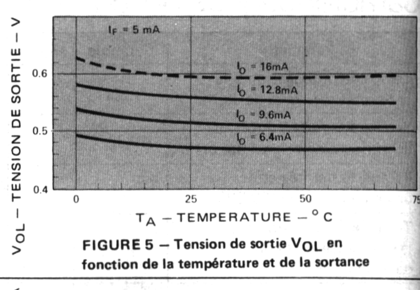


FIGURE 5 – Tension de sortie V_{OL} en fonction de la température et de la sortance

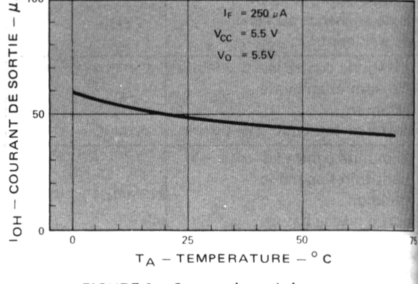


FIGURE 6 – Courant de sortie I_{OH} en fonction de la température (I_F = 250 μA)

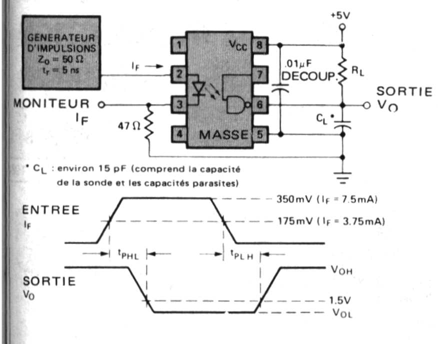


FIGURE 7 – Circuit de mesure de t_{PLH} et t_{PHL}**

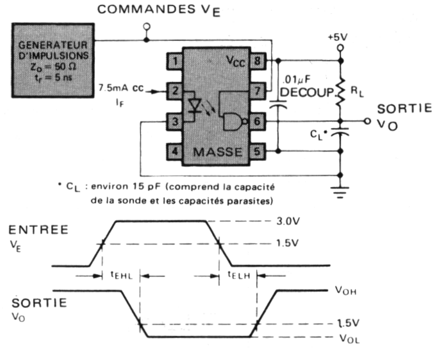


FIGURE 8 – Circuit de mesure de t_{ELH} et t_{EHL}

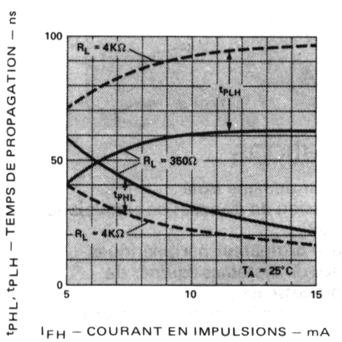


FIGURE 9 – Temps de propagation, t_{PHL} et t_{PLH} en fonction du courant en impulsions à l'entrée

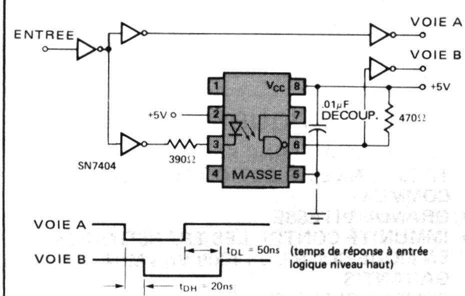


FIGURE 10 – Temps de réponse entre portes TTL

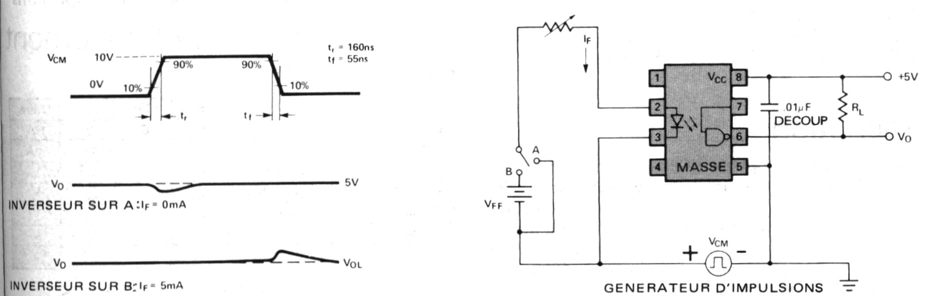


FIGURE 11 – Circuit de mesures de l'immunité contre les transitoires et formes d'ondes typiques

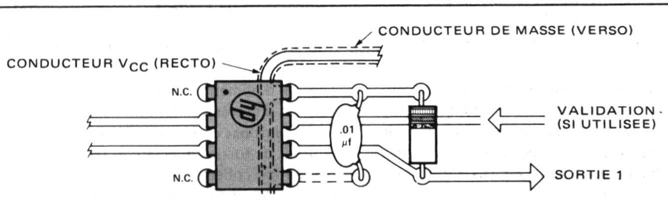


FIGURE 12 – Montage préconisé du circuit imprimé

** Normes JEDEC

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

PHOTOCOUPLEUR A GRANDE VITESSE ET FORT TAUX DE RÉJECTION EN MODE COMMUN

HCPL-2601

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

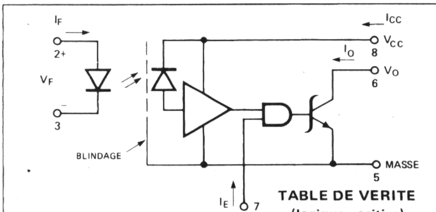
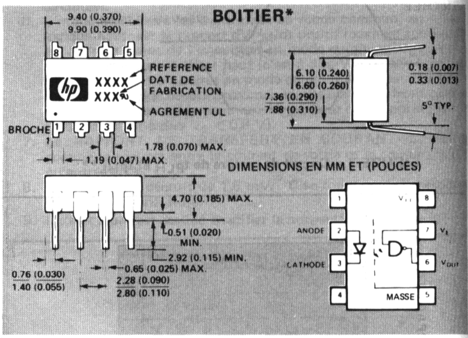


TABLE DE VERITE (logique positive)

Entr.	Val.	Sort.
H	H	L
L	H	H
H	L	H
L	L	H

Note : Connecter un condensateur de découplage de 0,01 à 0,1 μF entre les broches 8 et 5 (voir note 1)

FIGURE 1 – Schéma



Caractéristiques

- BLINDAGE INTERNE FAVORISANT UNE TRES BONNE REJECTION EN MODE COMMUN
- GRANDE VITESSE
- IMMUNITE CONTRE LES TRANSITOIRES EN MODE COMMUN : 1000 V/μs MIN GARANTIS
- COMPATIBLES TTL/LSTTL
- FAIBLE COURANT D'ENTREE : 5 mA
- PERFORMANCES GARANTIES ENTRE 0° C ET 70° C
- PORTE DE VALIDATION PERMETTANT L'ECHANTILLONNAGE
- TENSION D'ISOLEMENT : 3000 V_{CC}
- AGREE UL (DOSSIER N° E55361)

Description

Les portes à couplage optique HCPL-2601 sont constituées par une DEL au GaAsP et un photodétecteur à grand gain. Une entrée validation permet de multiplexer le détecteur. Sa sortie comporte un transistor à collecteur ouvert, bouclé par une diode Schottky. Un blindage interne permet d'obtenir une protection minimale garantie de 1000 V/μs contre les transitoires en mode commun.

Cette conception particulière permet un isolement maximal alternatif et continu tout en obtenant la compatibilité TTL. Les paramètres, en courant continu, de chaque isolateur sont garantis entre 0° C et + 70° C, ce qui leur assure un fonctionnement sans aléa. Cet isolement est atteint avec un temps de propagation typique de 35 ns.

Le HCPL-2601 est particulièrement recommandé comme interface de logique à grande vitesse, comme étage séparateur entrée/sortie, comme récepteur de ligne dans des environnements que des récepteurs de ligne traditionnels ne sauraient supporter, et dans tous les cas où le bruit induit ou de fond est important.

Applications

- Récepteur de ligne isolé
- Transmission de données en simplex ou multiplex
- Interface ordinateur-périphériques
- Interface de systèmes équipés de microprocesseurs
- Isolement numérique pour convertisseurs A/N ou N/A
- Commutation d'alimentations
- Isolement entrée/sortie sur instruments
- Elimination des bouclages par la masse
- Remplacement des transformateurs d'impulsions

Conditions de fonctionnement recommandées

	Symb.	Min.	Max.	Unité
Courant d'entrée, niveau bas	I_{FL}	0	250	μA
Courant d'entrée, niveau haut	I_{FH}	6,3*	15	mA
Tension d'alimentation, sortie	V_{CC}	4,5	5,5	V
Tension de validation, niv. haut	V_{EH}	2	V_{CC}	V
Tension de validation, niv. bas	V_{EL}	0	0,8	V
Sortance	N		8	
Température de fonctionnement	T_A	0	70	°C

Valeurs limites absolues

Température de stockage . . . . – 55° C à + 125° C
Température de fonctionnement . . . . 0° C à + 70° C
Température de soudage . . . . 260° C pendant 10 s (à 1,6 mm du plan de base)
Courant d'entrée direct – I_F (Note 2) . . . . 20 mA
Tension d'entrée inverse . . . . 5 V
Tension d'alimentation –V_{CC} . . . . 7 V
Tension d'entrée validation – V_E . . . . 5,5, V (ne doit pas dépasser la tension V_{CC} de plus de 500 mV)
Courant de sortie collecteur – I_O . . . . 25 mA
Dissipation collecteur . . . . 40 mW
Tension de sortie collecteur – V_O . . . . 7 V

* Cette valeur de 6,3 mA permet d'assurer au rapport de transfert en courant, une bande de garde inférieure à 20%. Le seuil de commutation initial est de 5 mA ou moins

Caractéristiques électriques à $T_A = 0°C$ à $70°C$ (sauf indications contraires)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Courant de sortie Niveau haut	I_{OH}		20	250	µA	$V_{CC} = 5,5$ V, $V_O = 5,5$ V $I_F = 250$ µA, $V_E = 2$ V	2	
Tension de sortie Niveau bas	V_{OL}		0,4	0,6	V	$V_{CC} = 5,5$ V, $I_F = 5$ mA $V_E = 2$ V, $I_{OL} = 13$ mA	3,5	
Courant d'alimentation Niveau haut	I_{CCH}		10	15	mA	$V_{CC} = 5,5$ V, $I_F = 0$ $V_E = 0,5$ V		
Courant d'alimentation Niveau bas	I_{CCL}		15	19	mA	$V_{CC} = 5,5$ V, $I_F = 10$ mA $V_E = 0,5$ V		
Courant de validation Niveau bas	I_{EL}		– 1,4	– 2	mA	$V_{CC} = 5,5$ V, $V_E = 0,5$ V		
Courant de validation Niveau haut	I_{EH}		– 1		mA	$V_{CC} = 5,5$ V, $V_E = 2$ V		
Tension de validation Niveau haut	V_{EH}	2			V			11
Tension de validation Niveau bas	V_{EL}			0,8	V			
Tension directe d'entrée	V_F		1,5	1,75	V	$I_F = 10$ mA, $T_A = 25°$ C	4	
Tension inverse d'entrée	BV_R	5			V	$I_R = 10$ µA, $T_A = 25°$ C		
Capacité d'entrée	C_{IN}		60		pF	$V_F = 0$, f = 1 MHz		
Coefficient de température de la diode d'entrée	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$		– 1,6		mV/° C	$I_F = 10$ mA		
Courant de fuite entrée/sortie	$I_{I\text{-}O}$			1	µA	Humidité relative = 45% $T_A = 25°$ C, t = 5 s $V_{I\text{-}O} = 3000$ V CC		3,12
Résistance entrée/sortie	$R_{I\text{-}O}$		10^{12}		Ω	$V_{I\text{-}O} = 500$ V		3
Capacité entrée/sortie	$C_{I\text{-}O}$		0,6		pF	f = 1 MHz		3

* Toutes valeurs typiques pour $V_{CC} = 5$ V et $T_A = 25°$ C

Caractéristiques de commutation à $T_A = 25°C$, $V_{CC} = 5V$

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie	t_{PLH}		40	75	ns	$R_L = 350$ Ω $C_L = 15$ pF $I_F = 7,5$ mA	6	4
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}		40	75	ns		6	5
Temps de montée en sortie (10-90%)	t_r		20		ns			
Temps de descente en sortie (90-10%)	t_f		30		ns			
Temps de propagation à la décroissance du signal de validation	t_{ELH}		25		ns	$R_L = 350$ Ω, $C_L = 15$ pF $I_F = 7,5$ mA, $V_{EH} = 3$ V $V_{EL} = 0$ V	9	6
Temps de propagation à la croissance du signal de validation	t_{EHL}		25		ns	$R_L = 350$ Ω, $C_L = 15$ pF $I_F = 7,5$ mA, $V_{EH} = 3$ V $V_{EL} = 0$ V	9	7
Immunité contre les transitoires en mode commun Sortie niveau haut	CM_H	1000	10000		V/µs	$V_{CM} = 50$ V $R_L = 350$ Ω V_O (min.) = 2 V $I_F = 0$ mA	12	8,10
Immunité contre les transitoires en mode commun Sortie niveau bas	CM_L	–1000	–10000		V/µs	$V_{CM} = 50$ V $R_L = 350$ Ω V_O (max.) = 0,8 V $I_F = 7,5$ mA	12	9,10

Notes :

1. Il est nécessaire de découpler l'alimentation de chaque isolateur, par un condensateur disque céramique de 0,01 μF selon le schéma indiqué figure 15. La piste alimentant l'isolateur doit être éloignée des conducteurs transmettant les signaux, sinon, il est nécessaire d'augmenter la valeur de la capacité (jusqu'à 0,1 μF) pour éliminer la réaction à travers l'alimentation.
2. Les circuits écrêteurs peuvent produire des courants transitoires atteignant 50 mA et une durée maximale de 50 ns, à la condition que le courant moyen ne dépasse pas 20 mA.
3. Coupleur considéré comme un système à deux pôles : broches 1, 2, 3 et 4 court-circuitées ainsi que les broches 5, 6, 7 et 8.
4. Le temps de propagation t_{PLH} est mesuré entre le point 3,75 mA du front descendant de l'impulsion d'entrée et le point 1,5 V du front descendant de l'impulsion de sortie.
5. Le temps de propagation t_{PHL} est mesuré entre le point 3,75 mA du front montant de l'impulsion d'entrée et le point 1,5 V du front montant de l'impulsion de sortie.
6. Le temps de propagation t_{ELH} (validation) est mesuré entre le point 1,5 V sur le front descendant de l'impulsion de validation et le point 1,5 V sur le front descendant de l'impulsion de sortie.
7. Le temps de propagation t_{EHL} est mesuré entre le point 1,5 V sur le front montant de l'impulsion de validation et le point 1,5 V sur le front montant de l'impulsion de sortie.
8. CM_H est le taux d'accroissement maximal admissible de la tension en mode commun pour que la sortie reste à l'état haut (c'est-à-dire, $V_{OUT} > 2$ V).
9. CM_L est le taux d'accroissement maximal admissible de la tension en mode commun pour que la sortie reste à l'état logique bas (c'est-à-dire, $V_{OUT} < 0{,}8$ V).
10. Pour les tensions sinusoïdales,
   $\left(\frac{|dV_{CM}|}{dt}\right)_{max} = \pi f_{CM} V_{CM}$ (crête à crête)
11. L'entrée validation au niveau logique haut ne nécessite pas de tension d'alimentation extérieure.
12. Il s'agit d'un test destiné à ratifier la norme UL de 220 V ca.

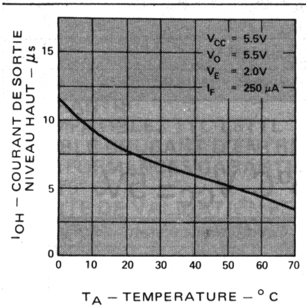


FIGURE 2 – Courant de sortie niveau haut en fonction de la température

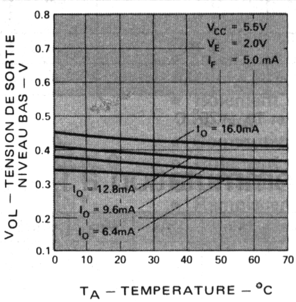


FIGURE 3 – Tension de sortie niveau bas en fonction de la température

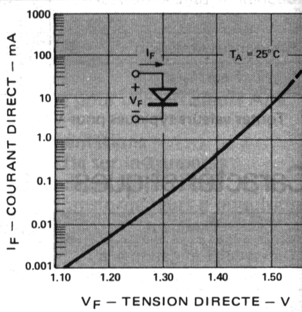


FIGURE 4 – Caractéristiques directes de la diode d'entrée

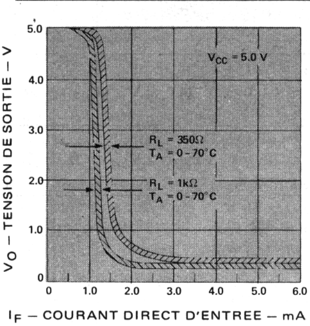


FIGURE 5 – Tension de sortie en fonction du courant d'entrée

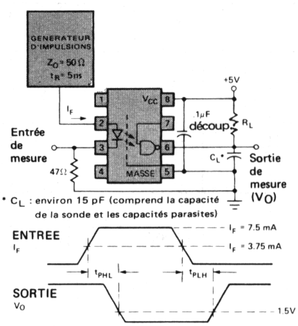


FIGURE 6 – Circuit de mesure de t_{PHL} et de t_{PLH}

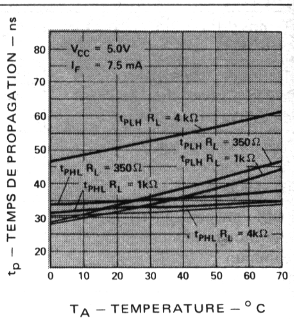


FIGURE 7 – Temps de propagation en fonction de la température

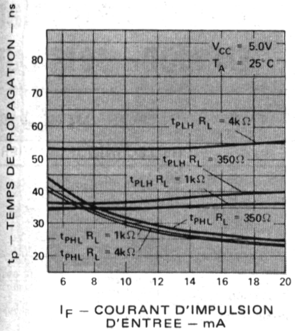


FIGURE 8 — Temps de propagation en fonction du courant d'impulsion d'entrée

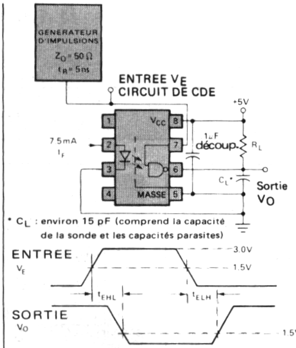


FIGURE 9 — Circuits de mesure de t_{EHL} et t_{ELH}

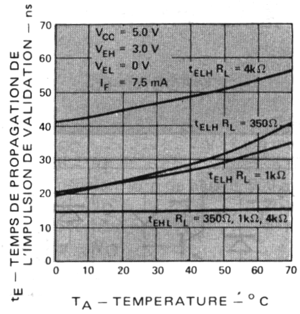


FIGURE 10 — Temps de propagation de l'impulsion de validation en fonction de la température

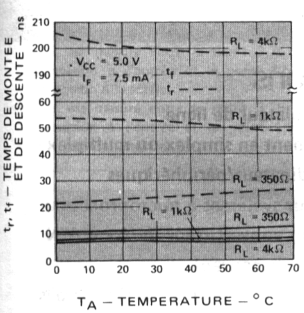


FIGURE 11 — Temps de montée et temps de descente en fonction de la température

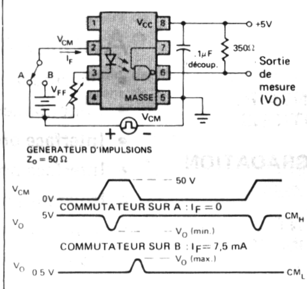


FIGURE 12 — Circuits de mesure de l'immunité contre les transitoires en mode commun et formes d'ondes typiques

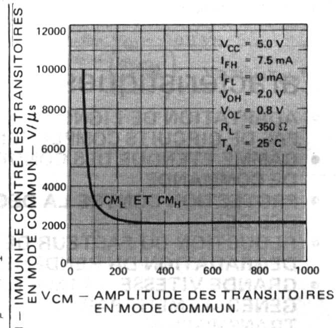


FIGURE 13 — Immunité contre les transitoires en mode commun en fonction de l'amplitude des transitoires

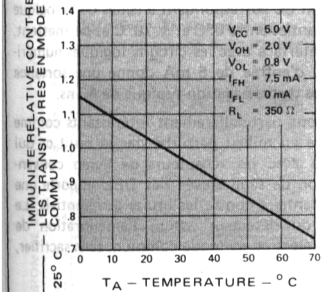
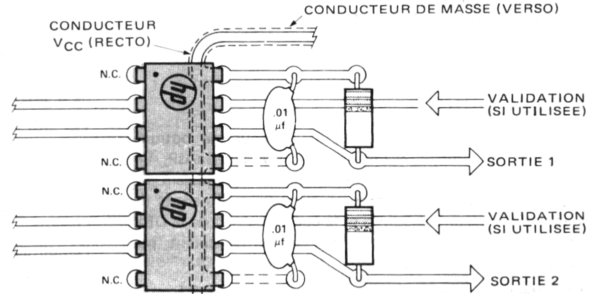


FIGURE 14 — Immunité relative contre les transitoires en fonction de la température



Note : N.C : non connecté

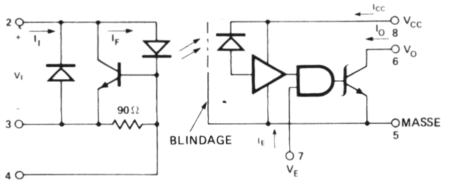
FIGURE 15 — Implantation recommandée des éléments sur le circuit imprimé

PHOTOCOUPLEURS

PHOTOCOUPLEUR RÉCEPTEUR DE LIGNE A FORT TAUX DE RÉJECTION EN MODE COMMUN

HCPL-2602

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

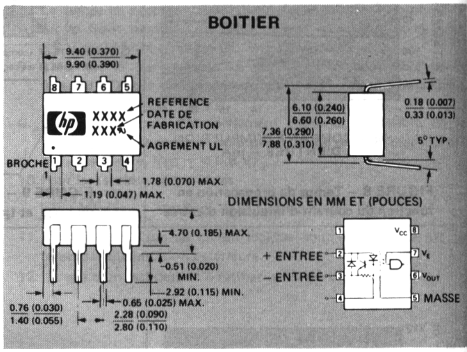


Un condensateur de découplage de 0,01 à 0,1 μF doit être branché entre les bornes 5 et 8 (voir note 1)

FIGURE 1 – Schéma

TABLE DE VERITE
(logique positive)

Entrée	Valid.	Sortie
H	H	L
L	H	H
H	L	H
L	L	H



Caractéristiques

- **ADAPTATION DE LIGNE INCORPOREE – PAS DE CIRCUITS COMPLEMENTAIRES**
- **GAMME ETENDUE DES CONDITIONS DE COMMANDE**
- **PROTECTION CONTRE LA DEGRADATION DES DEL**
- **REDUCTION DU FACTEUR DE DEGRADATION DU RENDEMENT**
- **GRANDE VITESSE – 10 Mbs (LIMITEE GENERALEMENT PAR LA LIGNE DE TRANSMISSION)**
- **TRES BONNE REJECTION EN MODE COMMUN GRACE AU BLINDAGE INTERNE**
- **CIRCUIT DE BASE ACCESSIBLE PERMETTANT LE REGLAGE DU COURANT**
- **TENSION D'ISOLEMENT : 3000 V_{CC}**
- **AGREE UL (DOSSIER N° E55361)**
- **AGREE VDE, SPECIFICATIONS 69A (DOSSIER N° 6591-S-4880-1001/A131)**

Description

Le récepteur de ligne HCPL-2602 à couplage optique comporte une diode électroluminescente au GaAsP, un régulateur de courant et un photodétecteur à grand gain. Le régulateur d'entrée sert d'adaptateur de ligne, il permet de stabiliser la tension sur celle-ci et le courant direct de la DEL pour que les performances du circuit ne soient pas perturbées par les réflexions.

Le détecteur limite le courant dans la DEL à 8,5 mA; au-delà, il dérive le courant excédentaire. La sortie à collecteur ouvert du détecteur intégré est constituée par un transistor bouclé par une diode Schottky. Un circuit de validation déclenche le détecteur. Une protection contre les transitoires, en mode commun, garantie à 1000 V/μs, est fournie par un blindage interne.

Applications

- **Récepteur-isolateur de ligne**
- **Fonctionnement en simplex ou multiplex**
- **Interface ordinateur/périphériques**
- **Interface pour systèmes à microprocesseur**
- **Isolateur pour convertisseurs N/A ou A/N**
- **Convertisseur de courant**
- **Isolement entre entrée et sortie d'appareils**
- **Elimination des boucles de masse**
- **Transformateur d'impulsions**

Les spécifications en CC correspondent à celles de la logique TTL, elles sont garanties entre 0°C et + 70°C et permettent, sans problème, l'interface avec les circuits logiques numériques. Un courant d'entrée de 5 mA donne une sortance de 8, avec un temps de propagation typique de 45 ns.

Les HCPL-2602 sont particulièrement intéressants comme récepteurs de ligne en milieu perturbé par le bruit ce qui n'est pas possible avec les récepteurs de lignes conventionnels. La tension de seuil élevée des DEL apporte une immunité supplémentaire contre les bruits différentiels. Le blindage interne du détecteur assure l'amélioration de l'amplitude de la réjection en mode commun, sans sacrifier, ou presque, la vitesse.

ATTENTION : Les faibles dimensions de la jonction imposées par la conception de ce coupleur bipolaire accroissent sa sensibilité aux décharges électrostatiques. Il est prudent de prendre les précautions normales habituelles dans la manipulation et le montage de ce composant pour éviter de l'endommager ou de le dégrader par décharges électrostatiques.

Conditions de fonctionnement recommandées

	Sym.	Min.	Max.	Unité
Courant d'entrée état bas	I_{IL}	0	250	μA
Courant d'entrée état haut	I_{IH}	5	60	mA
Tension d'alimentation sortie	V_{CC}	4,5	5,5	V
Tension de validation état haut	V_{EH}	2	V_{CC}	V
Tension de validation état bas	V_{EL}	0	0,8	V
Sortance (TTL)	N		8	
Température de fonctionnement	T_A	0	70	°C

Valeurs limites absolues

Température de stockage . . . . – 55°C à + 125°C
Température de fonctionnement . . . . 0°C à + 70°C
Température de soudage . . . . 260°C pendant 10 s (à 1,6 mm du plan de base)
Courant direct d'entrée – I_I . . . . 60 mA
Courant inverse d'entrée . . . . 60 mA
Tension alimentation – V_{CC} . . . . 7 V (1 mn max.)
Tension d'entrée validation – V_E . . . . 5,5 V (ne doit pas dépasser V_{CC} de plus de 500 mV)
Courant de sortie collecteur – I_O . . . . 25 mA
Puissance dissipée sortie collecteur . . . . 40 mW
Tension de sortie collecteur – V_O . . . . 7 V
Courant d'entrée, broche 4 . . . . ± 10 mA

Notes :

1. Le découplage de l'alimentation avec un condensateur disque céramique de 0,01 μF, placé le plus près possible du photocoupleur, est obligatoire (voir Figure 15). La ligne d'alimentation doit être éloignée des circuits de charges actives; autrement une capacité de plus forte valeur (jusqu'à 0,1 μF) peut être nécessaire pour éliminer les réactions à travers l'alimentation.
2. Le HCPL-2602 a été essayé pour qu'avec un courant I_I minimal de 5 mA l'utilisateur puisse conserver une garde de 20% pour compenser la dégradation de l'intensité lumineuse de la DEL.
3. Dispositif ramené à un dipôle : court-circuiter les bornes 1, 2, 3 et 4 d'une part, et les bornes 5, 6, 7 et 8 d'autre part.
4. t_{PLH} est mesuré entre le point 3,75 mA du front arrière de l'impulsion à l'entrée et le point 1,5 V du front arrière de l'impulsion à la sortie.
5. t_{PHL} est mesuré entre le point 3,75 mA du front avant de l'impulsion à l'entrée et le point 1,5 V du front avant de l'impulsion à la sortie.
6. t_{ELH} est mesuré entre le point 1,5 V du front arrière de l'impulsion de validation et le point 1,5 V du front arrière de l'impulsion de sortie.
7. t_{EHL} est mesuré entre le point 1,5 V du front avant de l'impulsion de validation et le point 1,5 V du front avant de l'impulsion de sortie.
8. CM_H est le taux de croissance maximal admissible de la tension en mode commun pour affirmer que la sortie restera à l'état logique haut (c'est-à-dire, $V_{OUT} > 2$ V).
9. CM_L est le taux de décroissance maximal admissible de la tension en mode commun pour affirmer que la sortie restera à l'état logique bas (c'est-à-dire, $V_{OUT} < 0,8$ V).
10. Pour les tensions sinusoïdales $\left(\frac{|dV_{CM}|}{dt}\right)_{MAX} = \pi f_{CM} V_{CM (c\text{-}à\text{-}c)}$
11. L'entrée validation au niveau logique haut ne nécessite pas de tension alimentation extérieure.
12. Il s'agit d'un test destiné à ratifier la norme UL de 220 V ca.

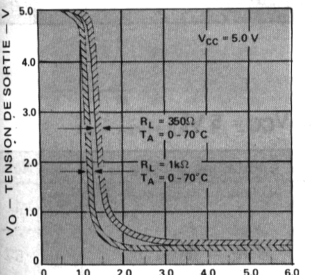


FIGURE 2 – Tension de sortie en fonction du courant direct d'entrée

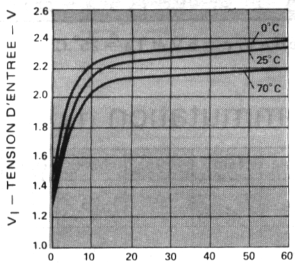


FIGURE 3 – Caractéristiques d'entrée

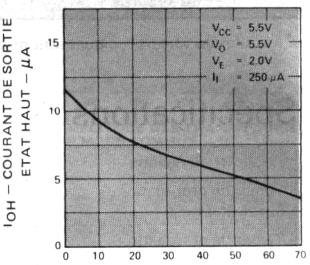


FIGURE 4 – Courant de sortie état haut en fonction de la température

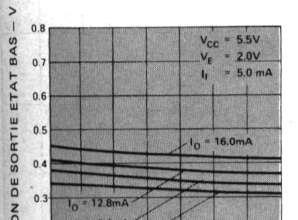


FIGURE 5 – Tension de sortie état bas en fonction de la température

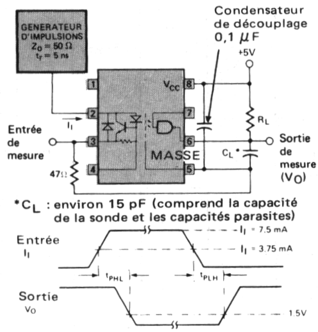


FIGURE 6 – Circuit de mesure de t_{PHL} et t_{PLH}

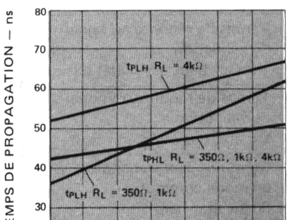


FIGURE 7 – Temps de propagation en fonction de la température

PHOTOCOUPLEURS

Spécifications électriques

(dans la gamme de température recommandée $T_A = 0° C$ à $+ 70° C$, sauf indication contraire)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Courant de sortie état haut	I_{OH}		20	250	µA	$V_{CC} = 5,5$ V, $V_O = 5,5$ V $I_I = 250$ µA, $V_E = 2$ V	4	
Niveau de sortie état bas	V_{OL}		0,4	0,6	V	$V_{CC} = 5,5$ V, $I_I = 5$ mA $V_E = 2$ V $I_{OL} = 13$ mA	2,5	2
Tension d'entrée directe	V_I		2	2,4	V	$I_I = 5$ mA	3	
			2,3	2,7		$I_I = 60$ mA	3	
Tension d'entrée inverse	V_R		0,75	0,95	V	$I_R = 5$ mA		
Courant de validation état bas	I_{EL}		– 1,4	– 2	mA	$V_{CC} = 5,5$ V, $V_E = 0,5$ V		
Courant de validation état haut	I_{EH}		– 1		mA	$V_{CC} = 5,5$ V, $V_E = 2$ V		
Tension de validation état haut	V_{EH}	2			V			11
Tension de validation état bas	V_{EL}			0,8	V			
Courant d'alimentation état haut	I_{CCH}		10	15	mA	$V_{CC} = 5,5$ V, $I_I = 0$, $V_E = 0,5$ V		
Courant d'alimentation état bas	I_{CCL}		16	19	mA	$V_{CC} = 5,5$ V, $I_I = 60$ mA $V_E = 0,5$ V		
Capacité d'entrée	C_{IN}		90		pF	$V_I = 0$, f = 1 MHz (broches 2-3)		
Courant de fuite d'isolement Entrée/Sortie	$I_{I\text{-}O}$			1	µA	Humidité relative = 45% $T_A = 25° C$, t = 5 s $V_{I\text{-}O} = 3000$ V CC		3,12
Résistance d'isolement E/S	$R_{I\text{-}O}$		10^{12}		Ω	$V_{I\text{-}O} = 500$ V		3
Capacité Entrée/Sortie	$C_{I\text{-}O}$		0,6		pF	f = 1 MHz		3

* Toutes les valeurs typiques sont mesurées à $V_{CC} = 5$ V et $T_A = 25° C$

Spécifications de commutation **($T_A = 25° C$, $V_{CC} = 5$ V)**

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation Sortie état haut	t_{PLH}		45	75	ns	$R_L = 350$ Ω $C_L = 15$ pF $I_I = 7,5$ mA	6	4
Temps de propagation Sortie état bas	t_{PHL}		45	75	ns		6	5
Temps de montée en sortie (10-90%)	t_r		25		ns			
Temps de descente en sortie (90-10%)	t_r		25		ns			
Temps de réponse au signal de validation V_E état haut à V_E état bas	t_{ELH}		25		ns	$R_L = 350$ Ω, $C_L = 15$ pF, $I_I = 7,5$ mA, $V_{EH} = 3$ V, $V_{EL} = 0$ V	10	6
Temps de réponse au signal de validation V_E état bas à V_E état haut	t_{EHL}		15		ns		10	7
Immunité aux transitoires en mode commun Sortie état haut	CM_H	1000	10000		V/µs	$V_{CM} = 50$ V (crête) V_O (min) = 2 V $R_L = 350$ Ω, $I_I = 0$ mA	12	8
Immunité aux transitoires en mode commun Sortie état bas	CM_L	–1000	–10000		V/µs	$V_{CM} = 50$ V (crête) V_O (max) = 0,8 V $R_L = 350$ Ω, $I_I = 7,5$ mA	12	9

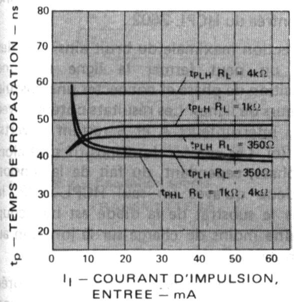


FIGURE 8 — Temps de propagation en fonction du courant d'entrée des impulsions

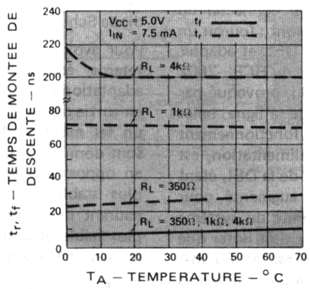


FIGURE 9 — Temps de montée et de descente en fonction de la température

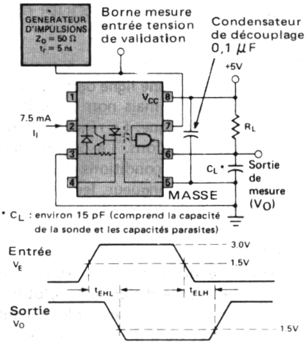


FIGURE 10 — Circuit de mesure pour t_{EHL} et t_{ELH}

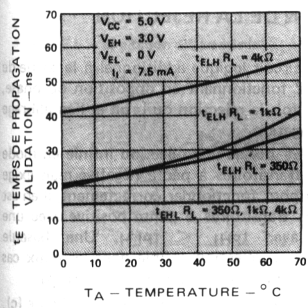


FIGURE 11 — Temps de propagation de l'entrée validation en fonction de la température

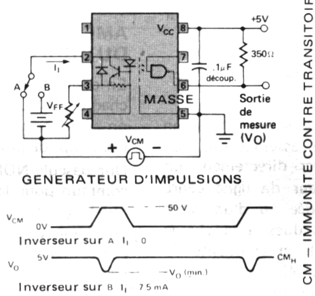


FIGURE 12 — Circuit de mesure de l'immunité contre les transitoires en mode commun et formes d'onde typiques

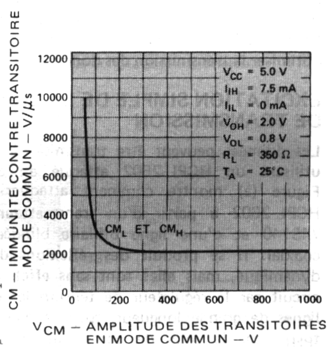


FIGURE 13 — Protection contre les transitoires en mode commun en fonction de leur amplitude

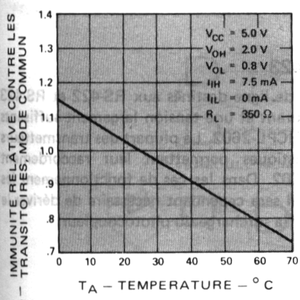


FIGURE 14 — Immunité contre les transitoires en mode commun en fonction de la température

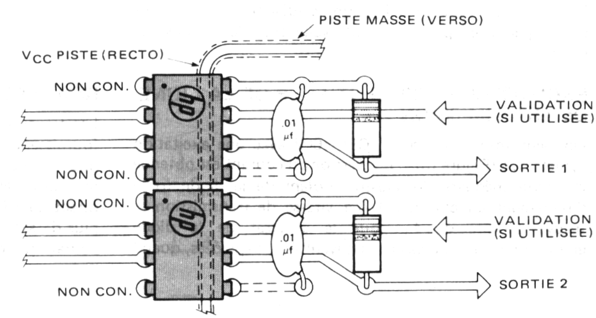


FIGURE 15 — Implantation recommandée sur circuit imprimé

MONTAGE DU PHOTOCOUPLEUR RECEPTEUR DE LIGNE HCPL-2602

Les conditions primordiales à remplir pour connecter un photocoupleur à une ligne de transmission sont : fournir un courant suffisant, mais non excessif, à la DEL et adapter correctement la ligne. Le régulateur interne du HCPL-2602 remplit ces conditions. Le courant superflu, provoqué par des variations des conditions d'excitation de la ligne, telles les variations de longueur, les variations de fonctionnement de l'étage pilote ou les fluctuations de l'alimentation, est shunté par le régulateur. En fait, le courant de la DEL étant stabilisé, le courant de ligne peut être augmenté pour améliorer le débit des données et l'immunité du système au bruit en mode différentiel. L'utilisateur doit noter que le courant maximal admissible à l'entrée est de 60 mA dans ce cas et qu'il peut être amené à prévoir des systèmes de limitation série ou parallèle pour éliminer les surcharges.

La réalisation des circuits est très simple : dans la plupart des cas, la ligne de transmission peut être directement raccordée aux entrées du HCPL-2602, sans résistance série ou parallèle additionnelle. Si l'on utilise une attaque symétrique, il peut être nécessaire d'utiliser soit deux HCPL-2602, soit une diode Schottky extérieure pour optimiser la transmission des données.

EXCITATION SIMPLE DE LA LIGNE DE TRANSMISSION

Les données peuvent être transmises à grande vitesse en utilisant un HCPL-2602 attaqué en assymétrique. La Figure (a) montre comment attaquer directement un HCPL-2602 à partir d'un transmetteur de ligne genre 74S140 et d'une ligne bifilaire blindée ou d'un câble coaxial. Il se produit des réflexions dues à la charge dynamique, mais elles sont sans effet sur la qualité du circuit car le régulateur de tension les élimine. Pour les lignes de grande longueur, t_{PLH} augmente plus vite que t_{PHL}, car le seuil de commutation ne se trouve pas exactement à mi-chemin des asymptotes de tension. Si l'on désire optimiser la vitesse de transmission, une résistance série et un condensateur peuvent être utilisés pour égaliser t_{PLH} et t_{PHL}. Cette capacité doit être d'une valeur aussi grande que possible; cependant, si elle est trop forte, elle peut amener le régulateur à basculer sur les dépassements négatifs du signal d'entrée. Un calcul valable de la valeur de la capacité est donné par la formule suivante : $C \leqslant 16\,t$ où C = capacité en pF et t = intervalle entre les impulsions en ns.

EXCITATION DIFFERENTIELLE DE LA LIGNE DE TRANSMISSION

On peut utiliser un seul HCPL-2602 avec une excitation symétrique (Figure (b)). L'inversion du courant est obtenue par l'intermédiaire du substrat isolant de la diode (relié directement au collecteur). La vitesse de transmission se trouve réduite du fait que le substrat de la diode emmagasine des charges qui peuvent être déplacées, quand le courant s'inverse dans le sens direct. Ceci a pour effet de rallonger t_{PHL}. Cet effet peut être éliminé et la vitesse de transmission notablement augmentée en connectant une diode Schottky à l'entrée du HCPL-2602.

Pour avoir une réjection maximale du bruit ainsi que des retards équilibrés, on peut fermer la ligne sur une adaptation en opposition de phase et connecter une bascule en sortie des récepteurs de lignes. Les résultats obtenus avec un tel montage, les interrupteurs A et B restant ouverts, sont donnés Figure (c). Les entrées du dispositif sont alors en opposition de phase; cependant, du fait de la tension plus stable avec deux qu'avec un seul HCPL-2602, le courant direct dans le substrat de la diode est beaucoup plus faible et entraîne moins de charge sur la jonction au moment de la commutation.

La réjection en mode commun est nettement améliorée avec B fermé et A ouvert, le temps de propagation légèrement réduit du fait de la capacité répartie de la ligne qui provoque un effet d'écrêtage. Lorsque A et B sont fermés, le blindage sert de retour au courant CC qui évite la polarisation négative du substrat des diodes avec pour corollaire l'optimisation de la vitesse de transmission.

AMELIORATION DE LA REJECTION DU BRUIT

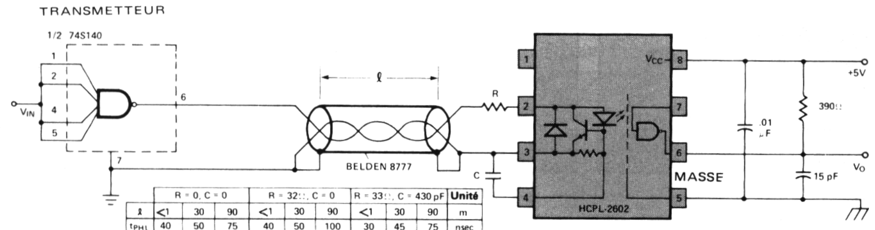
En connectant un circuit logique additionnel à la sortie de chaque HCPL-2602 fonctionnant en opposition de phase, on améliorera à la fois la réjection du bruit et l'équilibrage des temps de propagation.

Une bascule NON-ET donne une réjection infinie en mode commun pour les transitoires à pente négative mais exige que $t_{PHL} > t_{PLH}$ pour fonctionner correctement; il en est de même pour les transitoires à pente positive avec une porte NON-OU avec $t_{PHL} < t_{PLH}$. Une bascule OU-EXCLUSIF a une réjection infinie dans les deux cas ci-dessus, que t_{PHL} soit supérieur ou inférieur à t_{PLH}.

Avec le transmetteur de ligne et la ligne présentée Figure (c), on obtient $t_{PHL} > t_{PLH}$; on utilise donc de préférence les portes NON-ET dans la bascule RS. Une amplitude du signal de commande plus forte ou un schéma différent des circuits peut amener un $t_{PHL} < t_{PLH}$, dans ce cas, on préfère utiliser des portes NON-OU. Si l'on ne sait pas si t_{PHL} est supérieur ou inférieur à t_{PLH} ou si les conditions de commande varient entre les limites de ces conditions, on utilise la bascule OU exclusif de la Figure (d).

RS-422 ET RS-423

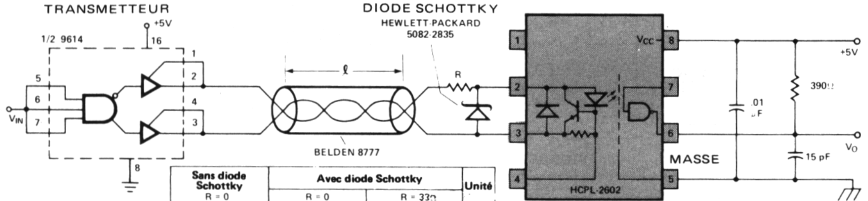
Les transmetteurs de ligne destinés aux RS-422 et RS-423 fournissent un courant et une tension largement suffisants pour attaquer un HCPL-2602. La plupart des transmetteurs ont des caractéristiques permettant leur raccordement direct au HCPL-2602. Dans les cas de fonctionnement les plus défavorables, il sera cependant nécessaire de dériver le courant pour éviter la surcharge du photocoupleur.



	R = 0, C = 0			R = 32Ω, C = 0			R = 33Ω, C = 430 pF			Unité
ℓ	<1	30	90	<1	30	90	<1	30	90	m
t_{PHL}	40	50	75	40	50	100	30	45	75	nsec
t_{PLH}	45	65	175	40	50	80	40	45	75	nsec

Ces temps de propagation ne tiennent pas compte du retard apporté par la ligne et le transmetteur

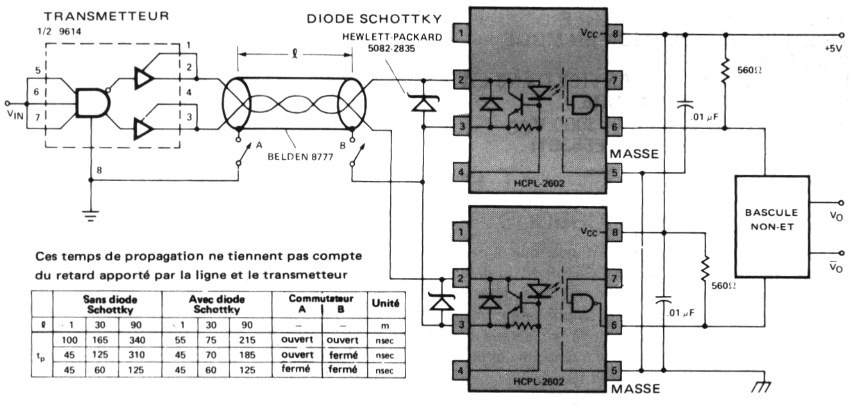
FIGURE a – Excitation simple



	Sans diode Schottky R = 0			Avec diode Schottky R = 0			Avec diode Schottky R = 33Ω			Unité
ℓ	<1	30	90	<1	30	90	<1	30	90	m
t_{PHL}	210	365	450	50	80	235	50	70	200	nsec
t_{PLH}	35	45	60	35	45	60	35	45	60	nsec

Ces temps de propagation ne tiennent pas compte du retard apporté par la ligne et le transmetteur

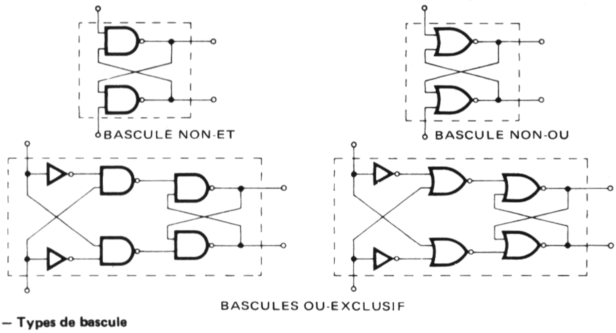
FIGURE b – Excitation différentielle



Ces temps de propagation ne tiennent pas compte du retard apporté par la ligne et le transmetteur

	Sans diode Schottky			Avec diode Schottky			Commutateur A	Commutateur B	Unité
ℓ	<1	30	90	<1	30	90	–	–	m
t_p	100	165	340	55	75	215	ouvert	ouvert	nsec
t_p	45	125	310	45	70	185	ouvert	fermé	nsec
t_p	45	60	125	45	60	125	fermé	fermé	nsec

FIGURE c – Excitation en opposition de phase



Les bascules NON-ET acceptent des états HAUT simultanés sur leurs entrées, les bascules NON-OU des états BAS simultanés sur leurs deux entrées, les bascules OU-EXCLUSIF des états HAUT ou BAS simultanés sur leurs entrées, sans provoquer de changement sur l'une ou l'autre des sorties

FIGURE d – Types de bascule

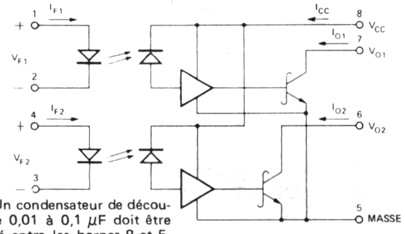
HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

PHOTOCOUPLEUR DOUBLE COMPATIBLE TTL

HCPL-2630

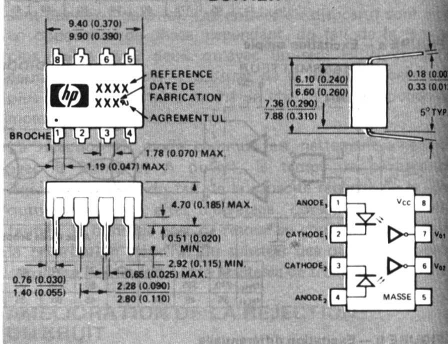
FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984



Note : Un condensateur de découplage de 0,01 à 0,1 μF doit être connecté entre les bornes 8 et 5.

FIGURE 1

BOITIER



DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)

Caractéristiques

- FAIBLE ENCOMBREMENT
- COMPATIBLE LSTTL/TTL : ALIMENTATION 5 V
- TRES GRANDE VITESSE
- FAIBLE COURANT D'ENTREE
- TRES FORTE REJECTION EN MODE COMMUN
- PERFORMANCES GARANTIES DANS LA GAMME DE TEMPERATURE
- TENSION D'ISOLEMENT : 3000 V_{CC}
- AGREE UL (DOSSIER N° E55361)

Description /Applications

Le HCPL-2630 comporte une paire d'inverseurs à couplage optique constitués par une DEL au GaAsP et un détecteur de conception particulière. Les photons sont détectés par une photodiode et amplifiés par un amplificateur linéaire à grand gain attaquant un transitor à collecteur ouvert, bouclé par une diode Schottky. Chaque circuit est compensé en température (courant et tension).

Cette conception particulière permet un isolement maximal continu et alternatif tout en obtenant la compatibilité LSTTL/TTL. Les paramètres en courant continu de chaque isolateur sont garantis entre 0°C et + 70°C, ce qui permet avec un courant minimal de 5 mA à l'entrée de chaque voie d'avoir une sortance de 8 (13 mA), le détecteur étant alimenté sous 5 V_{CC}. L'isolement et le couplage sont atteints avec un temps de propagation de 45 ns.

Le HCPL-2630 peut être utilisé dans les cas suivants : applications nécessitant un fort taux de réjection en mode commun (récepteurs de ligne, commandes numériques pour alimentation à tension de sortie flottante, moteurs, machines). Le HCPL-2630 permet en outre d'éliminer le couplage par la masse entre un ordinateur et une mémoire périphérique, une imprimante, un contrôleur, etc.

La sortie à collecteur ouvert permet le raccordement par bus, l'échantillonnage ou le câblage en porte OU câblée. Dans toutes ces applications, la configuration à double voie permet un câblage haute densité, une plus grande souplesse d'utilisation et un moindre encombrement.

Conditions de fonctionnement recommandées

	Symb.	Min.	Max.	Unité
Courant d'entrée, niveau bas, par voie	I_{FL}	0	250	μA
Courant d'entrée, niveau haut, par voie	I_{FH}	6,3*	15	mA
Tension d'alimentation sortie	V_{CC}	4,5	5,5	V
Sortance par voie	N		8	
Température de fonctionnement	T_A	0	70	°C

Valeurs limites absolues

Température de stockage . . . . – 55°C à + 125°C
Température de fonctionnement . . . . 0°C à + 70°C
Température de soudage . . . . 260°C pendant 10 s
(à 1,6 mm du plan de base)
Courant direct crête d'entrée (par voie) . . . . 30 mA
(durée ⩽ 1 ms)
Courant direct moyen d'entrée (par voie) . . . . 15 mA
Tension d'entrée inverse (par voie) . . . . 5 V
Tension d'alimentation – V_{CC} . . . . 7 V (1 mn max.)
Courant de sortie – I_O (par voie) . . . . 16 mA
Tension de sortie – V_O (par voie) . . . . 7 V
Puissance dissipée sur le collecteur . . . . 60 mW

* Cette valeur de 6,3 mA permet d'assurer au rapport de transfert en courant, une bande de garde inférieure à 20%. Le seuil de commutation est au départ de 5 mA ou moins

Spécifications électriques

(dans la gamme de température recommandée T_A = 0°C à + 70°C, sauf indication contraire)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Courant de sortie Niveau haut	I_{OH}		2	250	µA	V_{CC} = 5,5 V, V_O = 5,5 V I_F = 250 µA		3
Tension de sortie Niveau bas	V_{OL}		0,5	0,6	V	V_{CC} = 5,5 V, I_F = 5 mA I_{OL} (surcharge) = 13 mA	3	3
Courant d'alimentation Niveau haut	I_{CCH}		14	30	mA	V_{CC} = 5,5 V, I_F = 0 (les deux voies)		
Courant d'alimentation Niveau bas	I_{CCL}		26	36	mA	V_{CC} = 5,5 V, I_F = 10 mA (les deux voies)		
Courant de fuite entrée/sortie (isolement)	$I_{I\text{-}O}$			1	µA	Humidité relative = 45% T_A = 25° C, t = 5s $V_{I\text{-}O}$ = 3000 V CC		4,9
Résistance d'isolement	$R_{I\text{-}O}$		10^{12}		Ω	$V_{I\text{-}O}$ = 500 V, T_A = 25° C		4
Capacité entrée/sortie	$C_{I\text{-}O}$		0,6		pF	f = 1 MHz, T_A = 25° C		4
Tension directe d'entrée	V_F		1,5	1,75	V	I_F = 10 mA, T_A = 25° C	4	7,3
Tension inverse d'entrée	BV_R	5			V	I_R = 10 µA, T_A = 25° C		
Capacité d'entrée	C_{IN}		60		pF	V_F = 0, f = 1 MHz		3
Courant de fuite entre deux deux entrées (isolement)	$I_{I\text{-}I}$		0,005		µA	Humidité relative = 45% t = 5 s, $V_{I\text{-}I}$ = 500 V		8
Résistance d'isolement entre les deux entrées	$R_{I\text{-}I}$		10^{11}		Ω	$V_{I\text{-}I}$ = 500 V		8
Capacité entre les deux entrées	$C_{I\text{-}I}$		0,25		pF	f = 1 MHz		8
Rapport de transfert en courant	CTR		700		%	I_F = 5 mA, R_L = 100 Ω	2	6

* Toutes valeurs typiques pour V_{CC} = 5 V et T_A = 25° C

Spécifications de commutation à T_A = 25°C, V_{CC} = 5 V

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie	t_{PLH}		45	75	ns	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF I_F = 7,5 mA	6,7	1
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}		45	75	ns	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF I_F = 7,5 mA	6,7	2
Temps montée sortie (10-90%)	t_r		20		ns	R_L = 350 Ω, C_L = 15 pF I_F = 7,5 mA		
Temps descente sortie (90-10%)	t_f		30					
Immunité contre les transitoires en mode commun Sortie niveau haut	CM_H		50		V/µs	V_{CM} = 10 V crête à crête R_L = 350 Ω V_O (min.) = 2 V I_F = 0 mA	9	5
Immunité contre les transitoires en mode commun Sortie niveau bas	CM_L		– 150		V/µs	V_{CM} = 10 V crête à crête R_L = 350 Ω V_O (max.) = 0,8 V I_F = 7,5 mA	9	5

Note :
Il est nécessaire de connecter un condensateur de découplage (0,01 µF à 0,1 µ F céramique) entre les bornes 8 et 5. La longueur totale de la connexion entre les sorties du condensateur et les broches de l'isolateur ne doit pas dépasser 20 mm. Le défaut de condensateur risque de perturber les caractéristiques de commutation

Notes :

1. Le temps de propagation t_{PLH} est mesuré entre le point 3,75 mA du front descendant de l'impulsion d'entrée et le point 1,5 V du front descendant de l'impulsion de sortie
2. Le temps de propagation t_{PHL} est mesuré entre le point 3,75 mA du front montant de l'impulsion d'entrée et le point 1,5 V du front montant de l'impulsion de sortie
3. Par voie
4. Mesuré entre les broches 1, 2, 3 et 4 court-circuitées et les broches 5, 6, 7 et 8 court-circuitées
5. L'immunité contre les transitoires en mode commun, au niveau logique haut, est le rapport dV_{CM}/dt positif maximal admissible sur le front montant de l'impulsion en mode commun, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état haut (c'est-à-dire, $V_O > 2$ V). L'immunité contre les transitoires en mode commun au niveau bas est le rapport dV_{CM}/dt négatif maximal admissible sur le front descendant de l'impulsion en mode commun, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état bas (c'est-à-dire, $V_O < 0{,}8$ V)
6. Le RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT est défini comme le rapport entre le courant de sortie et le courant direct à l'entrée en %
7. A 10 mA, V_F décroît de 1,6 mV/° C en fonction de l'accroissement de température
8. Mesuré entre les bornes 1 et 2 d'une part, et 3, 4 d'autre part court-circuitées
9. Il s'agit d'un test destiné à ratifier la norme UL de 220 Vca

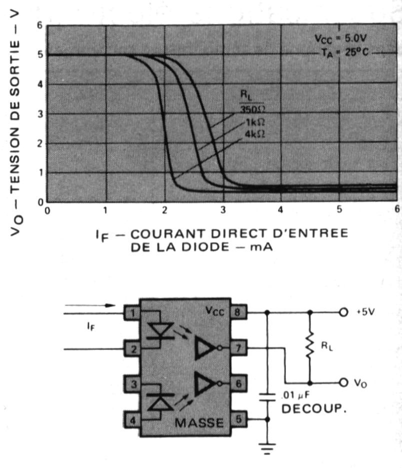
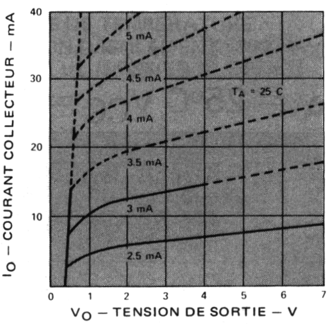


FIGURE 3 – Caractéristiques entrée/sortie



Note : Les tirets correspondent au fonctionnement en impulsions

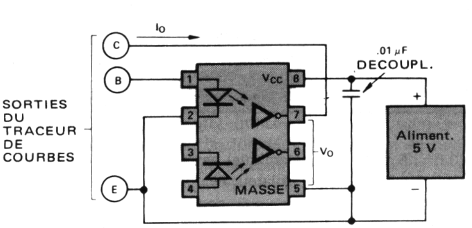


FIGURE 2 – Caractéristiques de transfert de l'isolateur

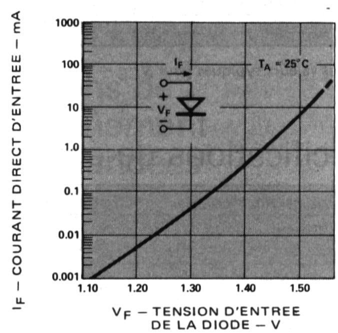


FIGURE 4 – Caractéristiques d'entrée de la diode

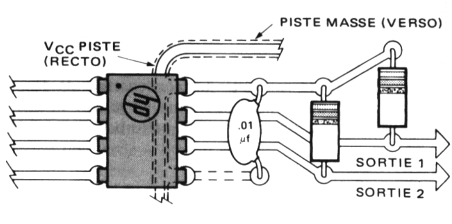


FIGURE 5 – Implantation recommandée sur circuit imprimé

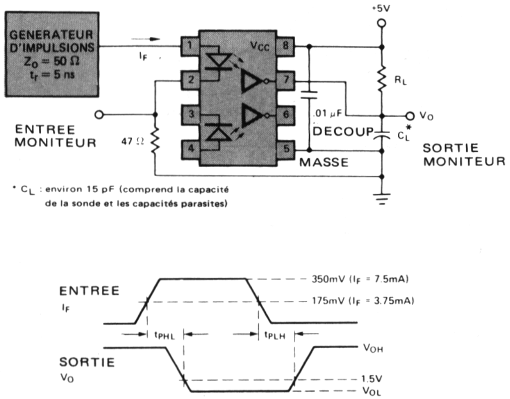


FIGURE 6 – Circuit de mesure de t_{PHL} et t_{PLH}

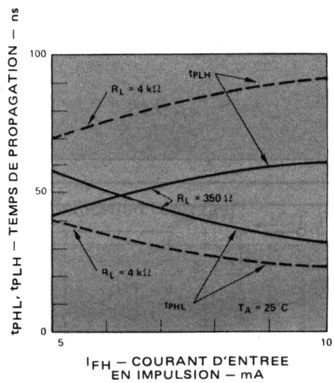


FIGURE 7 – Temps de propagation t_{PHL} et t_{PLH} en fonction du courant d'entrée en impulsion

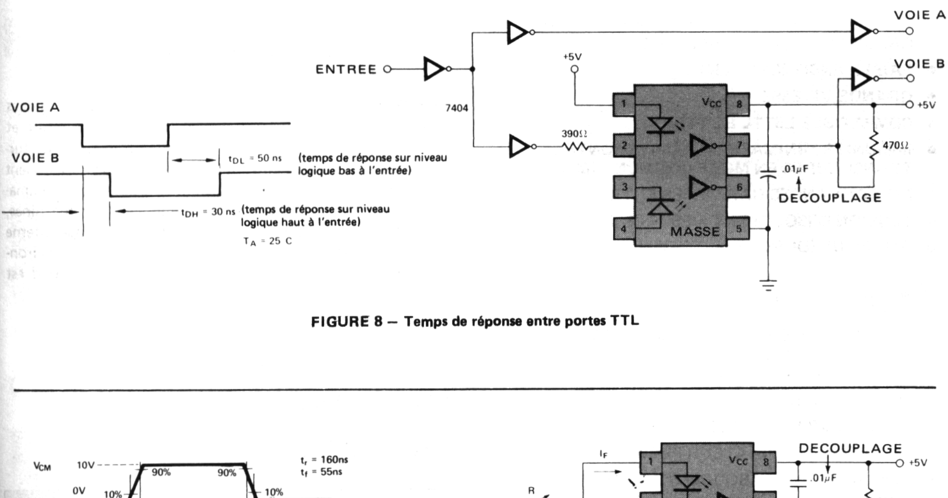


FIGURE 8 – Temps de réponse entre portes TTL

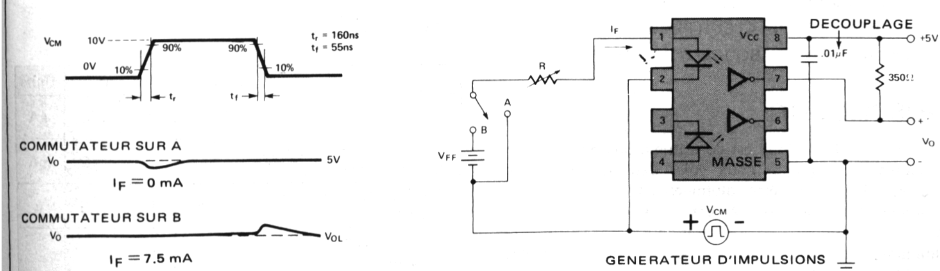


FIGURE 9 – Circuit de mesure de l'immunité contre les transitoires et formes d'ondes typiques

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

PHOTOCOUPLEUR TRES RAPIDE A DEUX VOIES ET FORT TAUX DE REJECTION EN MODE COMMUN

HCPL-2631

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

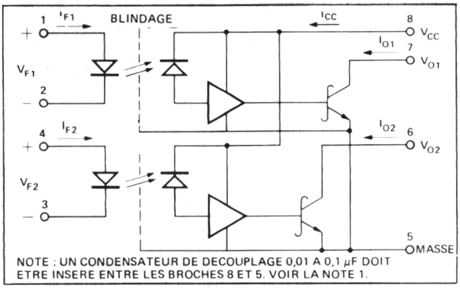
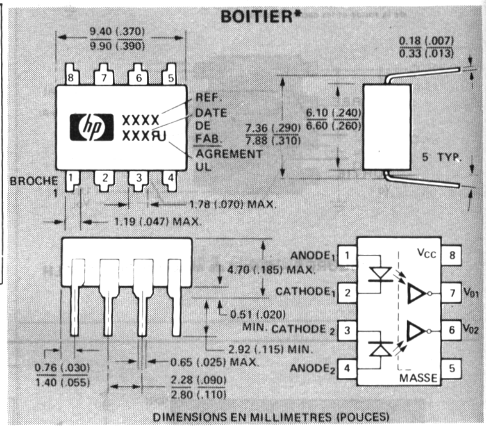


FIGURE 1 — Schéma

BOITIER*



Caractéristiques

- TRES GRANDE REJECTION EN MODE COMMUN GRACE AU BLINDAGE INTERNE
- FAIBLE ENCOMBREMENT
- GRANDE VITESSE
- COMPATIBLE LSTTL ET TTL
- IMMUNITE MINIMALE GARANTIE CONTRE LES TRANSITOIRES EN MODE COMMUN : 1000 V/μs
- PERFORMANCES GARANTIES ENTRE 0°C ET 70°C
- TENSION D'ISOLEMENT MESUREE A 3000 V CC
- AGREE UL (DOSSIER N° E55361)

Applications

- ISOLEMENT DE SYSTEMES LOGIQUES A GRANDE VITESSE
- INTERFACES DE SYSTEMES A MICROPROCESSEURS
- RECEPTEUR SUR LIGNE ISOLEE
- INTERFACE ORDINATEUR-PERIPHERIQUES
- ELIMINATION DES BOUCLES DE TERRE

Description

Le dispositif HCPL-2631 est constitué d'une porte logique à couplage optique et deux voies dans lesquelles sont associées des diodes électroluminescentes GaAsP et des photodétecteurs intégrés à grand gain. Les blindages internes assurent une valeur garantie de 1000 V/μs pour l'immunité aux transitoires en mode commun. La conception unique du HCPL-2631 permet un isolement maximum des circuits CC et CA tout en disposant d'une compatibilité avec les dispositifs logiques LSTTL et TTL. L'isolement logique s'obtient moyennant un retard typique de propagation de 40 ns. Les deux canaux permettent de gagner de la place et facilitent l'emploi du produit.

Le HCPL-2631 est recommandé pour les interfaces logiques à grande vitesse, le tamponnage des entrées/sorties et comme récepteur de ligne dans des environnements perturbés que les récepteurs classiques du même type ne sauraient supporter. Il peut être utilisé également pour la programmation numérique des systèmes de commande des machines, pour les moteurs et les alimentations. Le blindage interne du HCPL-2631 en fait un dispositif idéal pour les environnements où soit le bruit induit, soit le bruit de fond est important.

Conditions de fonctionnement recommandées

	Symbole	Min.	Max.	Unité
Courant d'entrée, niveau bas par canal	I_{FL}	0	250	μA
Courant d'entrée, niveau haut par canal	I_{FH}	6,3*	15	mA
Tension d'alimentation, en sortie	V_{CC}	4,5	5,5	V
Sortance (charge TTL) par canal	N		8	
Température de fonctionnement	T_A	0	70	°C

* Cette valeur de 6,3 mA permet d'assurer un rapport de transfert en courant avec une marge de sécurité égale à au-moins 20%. Le seuil initial de commutation est de 5 mA au maximum.

Valeurs limites absolues

(pas de correction nécessaire jusqu'à 70°C)
Température de stockage . . . . – 55°C à + 125°C
Température de fonctionnement . . . . 0°C à + 70°C
Température de soudage des conducteurs . 260°C pendant 10 s (à 1,6 mm en dessous du plan de base)
Courant direct moyen d'entrée (par canal) . . . . 15 mA (voir la note 2)
Tension inverse d'entrée (par canal) . . . . 5 V
Tension d'alimentation - V_{CC} . . . . 7 V (1 mn max.)
Courant de sortie - I_O (par canal) . . . . 16 mA
Tension de sortie - V_O (par canal) . . . . 7 V
Puissance dissipée de sortie sur le collecteur (par canal) . . . . 40 mW

Caractéristiques électriques

(dans la gamme de température recommandée, T_A = 0°C à + 70°C, sauf indication contraire)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Figure	Note
Tension de sortie niveau bas	V_{OL}		0,4	0,6	V	V_{CC} = 5,5 V, I_F = 5 mA I_{OL} (en surcharge) = 13 mA	2,3	3
Courant de sortie niveau haut	I_{OH}		20	250	µA	V_{CC} = 5,5 V, V_O = 5,5 V I_F = 250 µA	4	3
Courant d'alimentation niveau haut	I_{CCH}		20	30	mA	V_{CC} = 5,5 V, I_F = 0 (pour deux canaux)		
Courant d'alimentation niveau bas	I_{CCL}		30	38	mA	V_{CC} = 5,5 V, I_F = 10 mA (pour deux canaux)		
Tension d'entrée directe	V_F		1,5	1,75	V	I_F = 10 mA, T_A = 25°C	5	3
Tension d'entrée inverse de rupture	BV_R	5			V	I_R = 10 µA, T_A = 25°C		3
Capacité d'entrée	C_{IN}		60		pF	V_F = 0, f = 1 MHz		3
Coefficient de température de la diode d'entrée	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$		– 1,6		mV/°C	I_F = 10 mA		
Courant de fuite (entrée/sortie)	$I_{I\text{-}O}$			1	µA	Humidité relative = 45% T_A = 25°C, t = 5 s $V_{I\text{-}O}$ = 3000 V cc		4, 5
Courant de fuite (entrée/entrée)	$I_{I\text{-}I}$		0,005		µA	Humidité relative = 45% t = 5 s, $V_{I\text{-}I}$ = 500 V		6
Résistance (entrée/entrée)	$R_{I\text{-}I}$		10^{11}		Ω	$V_{I\text{-}I}$ = 500 V		6
Capacité (entrée/entrée)	$C_{I\text{-}I}$		0,25		pF	f = 1 MHz		
Résistance (entrée/sortie)	$R_{I\text{-}O}$		10^{12}		Ω	$V_{I\text{-}O}$ = 500 V		4
Capacité (entrée/sortie)	$C_{I\text{-}O}$		0,6		pF	f = 1 MHz		

* Toutes les valeurs typiques sont pour V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C, sauf indication contraire.

Caractéristiques de commutation (T_A = 25°C, V_{CC} = 5 V)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Figure	Note
Temps de propagation au niveau de sortie haut	t_{PLH}		40	75	ns	R_L = 350 Ω C_L = 15 pF I_F = 7,5 mA	6	3, 7
Temps de propagation au niveau de sortie bas	t_{PHL}		40	75	ns		6	3, 8
Temps de montée en sortie (10-90%)	t_r		20		ns			3
Temps de descente en sortie (90-10%)	t_f		30		ns			3
Immunité aux transitoires en mode commun au niveau de sortie haut	CM_H	1000	10000		V/µs	V_{CM} = 50 V (crête) V_O (min.) = 2 V R_L = 350 Ω, I_F = 0 mA	10	3, 9, 11
Immunité aux transitoires en mode commun au niveau de sortie bas	CM_L	-1000	-10000		V/µs	V_{CM} = 50 V (crête) V_O (max.) = 0,8 V R_L = 350 Ω, I_F = 7,5 mA	10	3, 10, 11

PHOTOCOUPLEURS

NOTES :

1. Le découplage de l'alimentation avec un condensateur disque céramique de 0,01 μF, placé le plus près possible de chaque isolateur, est obligatoire (voir la figure 14). La longueur totale des condensateurs entre les deux extrémités du condensateur et les broches de l'isolant ne doit pas dépasser 20 mm. Le bus d'alimentation du ou des isolateurs doit être séparé du bus des charges actives; sinon, il faut utiliser un condensateur de dérivation de forte valeur (jusqu'à 0,1 μF) pour supprimer le feedback régénérateur par l'alimentation. Sans le découplage, une dégradation des caractéristiques de commutation est possible.
2. Les circuits de crête peuvent produire des courants d'entrée transitoires jusqu'à 50 mA, de largeur d'impulsion maximale 50 ns, si le courant moyen ne dépasse pas 15 mA.
3. Par canal.
4. Valeurs mesurées entre les broches 1, 2, 3 et 4 court-circuitées entre elles d'une part et les broches 5, 6, 7 et 8 court-circuitées entre elles, d'autre part.
5. Ceci est un essai d'épreuve.
6. Valeurs mesurées entre les broches 1 et 2 d'une part et les broches 3 et 4, d'autre part.
7. Le retard de propagation t_{PLH} est mesuré entre le point 3,75 mA du front arrière de l'impulsion d'entrée et le point 1,5 V du front arrière de l'impulsion de sortie.
8. Le retard de propagation t_{PHL} est mesuré entre le point 3,75 mA du front avant de l'impulsion d'entrée et le point 1,5 V du front avant de l'impulsion de sortie.
9. CM_H est le taux de croissance maximal admissible de la tension en mode commun pour garantir que la sortie demeurera à l'état logique haut (c'est-à-dire $V_{OUT} > 2$ V).
10. CM_L est le taux de décroissance maximal admissible de la tension en mode commun pour garantir que la sortie demeurera à l'état logique bas (c'est-à-dire $V_{OUT} > 0{,}8$ V).
11. Pour les tensions sinusoïdales $\left(\frac{|dv_{CM}|}{dt}\right)_{max} = \pi f_{CM} V_{CM}$ (p-p)
12. Comme il apparaît à la figure 14, les traces de V_{CC} et TERRE peuvent être localisées entre les conducteurs d'entrée et de sortie du dispositif HCPL-2631 pour assurer un complément d'immunité aux bruits au détriment des possibilités d'isolement.

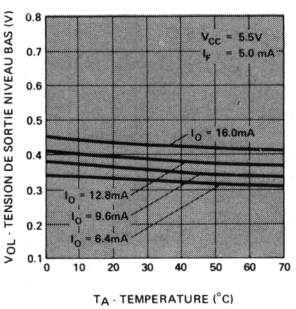


FIGURE 2 — Tension de sortie niveau bas en fonction de la température

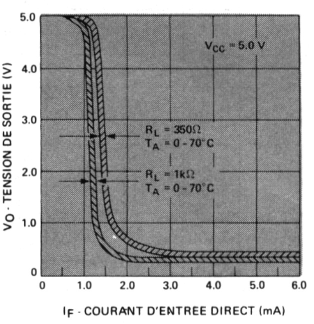


FIGURE 3 — Tension de sortie en fonction du courant direct d'entrée

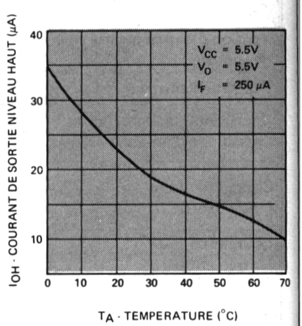


FIGURE 4 — Courant de sortie niveau haut en fonction de la température

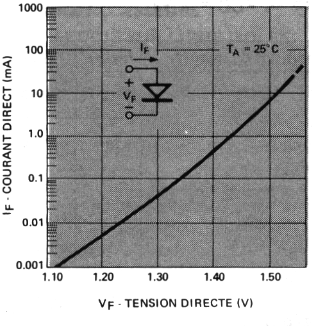


FIGURE 5 — Caractéristique directe de la diode d'entrée

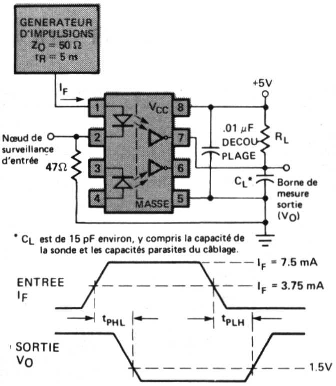


FIGURE 6 — Circuit de mesure de t_{PHL} et t_{PLH}. Note 3

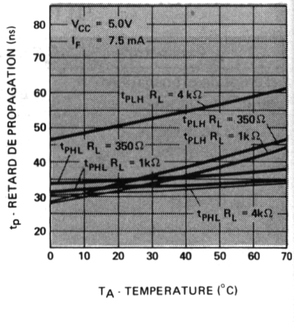


FIGURE 7 — Retard de propagation en fonction de la température

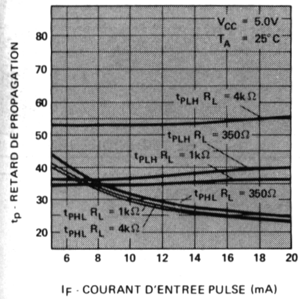


FIGURE 8 – Retard de propagation en fonction du courant d'entrée pulsé

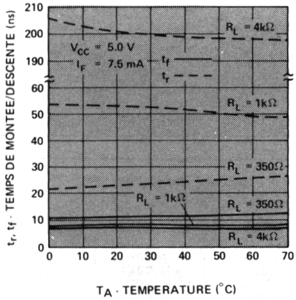


FIGURE 9 – Temps de montée/descente en fonction de la température

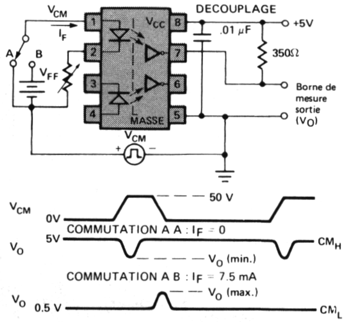


FIGURE 10 – Circuit de mesure de l'immunité aux transitoires en mode commun et formes d'ondes typiques. Note 3

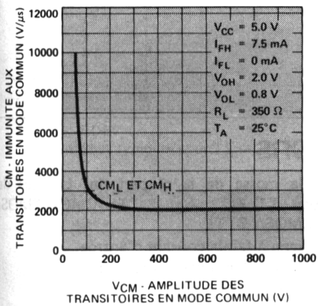
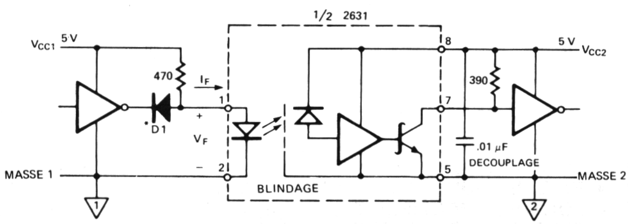


FIGURE 11 – Immunité aux transitoires en mode commun en fonction de l'amplitude des transitoires en mode commun



* LA DIODE D1 (1N916 OU EQUIVALENT) N'EST PAS REQUISE POUR LES UNITES DONT LA SORTIE EST UN COLLECTEUR OUVERT.

FIGURE 12 – Circuit d'interface recommandé TTL/LSTTL à TTL/LSTTL

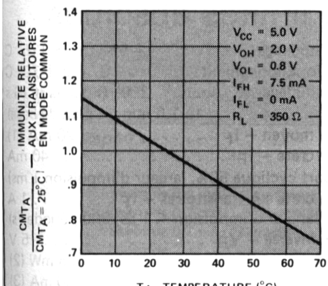
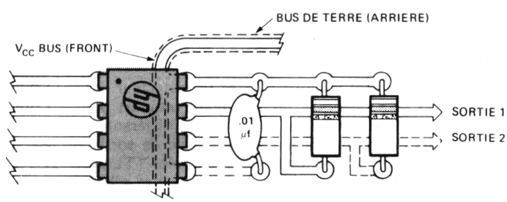


FIGURE 13 – Immunité aux transitoires en mode commun en fonction de la température



NOTES 1, 12

FIGURE 14 – Implantation recommandée sur circuit imprimé

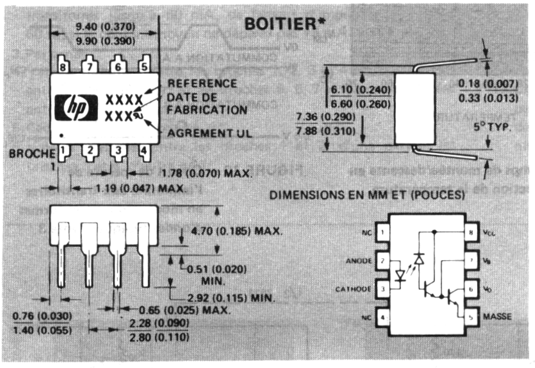
HEWLETT PACKARD

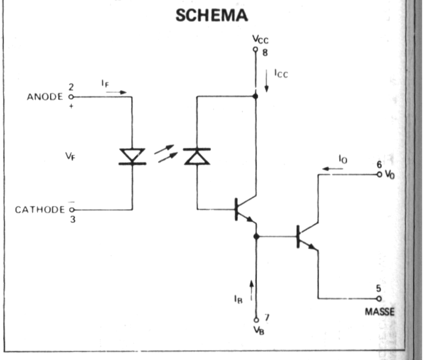
COMPOSANTS

PHOTOCOUPLEURS A FAIBLE COURANT D'ENTRÉE ET GRAND GAIN

6N138
6N139

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984





Caractéristiques

- **GRAND RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT 800% TYPIQUE**
- **FAIBLE COURANT D'ENTREE – 0,5 mA**
- **SORTIE COMPATIBLE TTL – V_{OL} = 0,1 V**
- **TENSION D'ISOLEMENT – 3000 V_{CC}**
- **FORTE REJECTION EN MODE COMMUN – 500 V/µs**
- **PERFORMANCES GARANTIES DE 0° C à 70° C**
- **CIRCUIT DE BASE ACCESSIBLE PERMETTANT D'AJUSTER LE GAIN ET LA BANDE PASSANTE**
- **FORT COURANT DE SORTIE – 60 mA**
- **VITESSE TYPIQUE 100K bits/s à I_F = 0,5 mA**
- **AGREE UL (DOSSIER N° E55361)**

Description

Ces coupleurs, constitués par une DEL et un détecteur de photon à grand gain, assurent un très grand rapport de transfert en courant entrée/sortie. Des broches différentes pour les circuits de la photodiode et de l'étage de sortie permettent des tensions de saturation compatibles TTL et une très grande vitesse. Le circuit de sortie peut être câblé en darlington classique en reliant les sorties V_{CC} et V_O (broches 8 et 6). La base accessible permet le réglage gain-bande passante.

Le 6N139 est prévu pour être utilisé dans les circuits de faible puissance (CMOS-LSTTL), son rapport de transfert de 400% est garanti dans la plage 0-70°C sous 0,5 mA de courant de DEL seulement.

Le 6N138 est particulièrement destiné aux circuits TTL. Le rapport de transfert est de 300% minimum dans la plage 0-70°C pour un courant de DEL de 1,6 mA (sortance 1). Ce rapport permet d'utiliser conjointement une unité logique à l'état haut et une unité logique à l'état bas avec une résistance de charge de 2,2 kΩ.

*Normes JEDEC

Applications

- Isolement de la masse de la plupart des familles de circuits logiques : TTL/TTL, CMOS/TTL, CMOS/CMOS, LSTTL/TTL, CMOS/LSTTL
- Récepteurs de ligne à faible courant d'entrée
  Ligne longue ou ligne d'abonnés à plusieurs postes
- Récepteur de ligne EIA RS-232-C
- Détecteur d'appel téléphonique
- Indicateur d'état sur ligne 117 Vca
  Faible puissance dissipée à l'entrée
- Systèmes de faible puissance
  Isolement de la masse

Valeurs limites absolues

Température de stockage . . . . –55° C à + 125° C
Température de fonctionnement . . . . 0° C à + 70° C
Température de soudage . . . . 260° C pendant 10 s
(à 1,6 mm du plan de base)
Courant d'entrée moyen – I_F . . . . 20 mA (1)
Courant d'entrée crête – I_F . . . . 40 mA
(rapport cyclique 50%, largeur d'impulsion 1 ms)
Courant d'entrée crête sur transitoires – I_F . . . . 1 A
(largeur d'impulsion ⩽ 1 µs, 300 périodes/s)
Tension d'entrée inverse – V_R . . . . 5 V
Puissance dissipée à l'entrée . . . . 35 mW (2)
Courant de sortie – I_O (broche 6) . . . . 60 mA (3)
Tension inverse émetteur-base (broche 5-7) . . . . . . 0,5 V
Tension d'alimentation et de sortie –
V_{CC} (broche 8-5), V_O (broche 6-5) :
6N138 . . . . –0,5 à 7 V
6N139 . . . . –0,5 à 18 V
Dissipation de puissance en sortie . . . . 100 mW (4)

Voir notes, page suivante

ATTENTION : Les faibles dimensions de la jonction imposées par la conception de ce coupleur bipolaire accroissent sa sensibilité aux décharges électrostatiques. Il est prudent de prendre les précautions normales habituelles dans la manipulation et le montage de ce composant pour éviter de l'endommager ou de le dégrader par décharges électrostatiques.

Spécifications électriques

(T_A = 0° C à 70° C, sauf spécifications contraires)

Paramètre	Symb.	Réf.	Min.	Typ.**	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Rapport de transfert en courant	CTR*	6N139	400	800		%	I_F = 0,5 mA, V_O = 0,4 V, V_{CC} = 4,5 V	3	5, 6
			500	900			I_F = 1,6 mA, V_O = 0,4 V, V_{CC} = 4,5 V		
		6N138	300	600		%	I_F = 1,6 mA, V_O = 0,4 V, V_{CC} = 4,5 V		
Tension de sortie niveau bas	V_{OL}	6N139		0,1	0,4	V	I_F = 1,6 mA, I_O = 6,4 mA, V_{CC} = 4,5 V	1, 2	6
				0,1	0,4		I_F = 5 mA, I_O = 15 mA, V_{CC} = 4,5 V		
				0,2	0,4		I_F = 12 mA, I_O = 24 mA, V_{CC} = 4,5 V		
		6N138		0,1	0,4	V	I_F = 1,6 mA, I_O = 4,8 mA, V_{CC} = 4,5 V		
Tension de sortie niveau haut	I_{OH}*	6N139		0,05	100	µA	I_F = 0 mA, V_O = V_{CC} = 18 V		6
		6N138		0,1	250	µA	I_F = 0 mA, V_O = V_{CC} = 7 V		
Courant d'alimentation niveau bas	I_{CCL}			0,2		mA	I_F = 1,6 mA, V_O = ouvert, V_{CC} = 5 V		6
Courant d'alimentation niveau haut	I_{CCH}			10		nA	I_F = 0 mA, V_O = ouvert, V_{CC} = 5 V		6
Tension directe d'entrée	V_F*			1,4	1,7	V	I_F = 1,6 mA, T_A = 25° C	4	
Tension inverse à l'entrée	BV_R*		5		V		I_R = 10 µA, T_A = 25° C		
Coefficient de température de la tension à l'entrée	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$			−1,8		mV/° C	I_F = 1,6 mA		
Capacité d'entrée	C_{IN}			60		pF	f = 1 MHz, V_F = 0		
Courant de fuite entrée-sortie	$I_{I\text{-}O}$*				1	µA	Humidité relative = 45%, T_A = 25° C t = 5 s, $V_{I\text{-}O}$ = 3000 V CC		7,11
Résistance d'isolement entrée-sortie	$R_{I\text{-}O}$			10^{12}		Ω	$V_{I\text{-}O}$ = 500 V CC		7
Capacité entrée-sortie	$C_{I\text{-}O}$			0,6		pF	f = 1 MHz		7

* Normes JEDEC
** Toutes valeurs typiques pour T_A = 25° C et V_{CC} = 5 V, sauf mentions contraires

Spécifications de commutation

à T_A = 25°C

Paramètre	Symb.	Réf.	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}*	6N139		5	25	µs	I_F = 0,5 mA, R_L = 4,7 kΩ	9	6, 8
				0,2	1		I_F = 12 mA, R_L = 270 Ω		
		6N138		1	10	µs	I_F = 1,6 mA, R_L = 2,2 kΩ		
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie	t_{PLH}*	6N139		5	60	µs	I_F = 0,5 mA, R_L = 4,7 kΩ	9	6, 8
				1	7		I_F = 12 mA, R_L = 270 Ω		
		6N138		4	35	µs	I_F = 1,6 mA, R_L = 2,2 kΩ		
Immunité contre les transitoires en mode commun Sortie niveau haut	CM_H			500		V/µs	I_F = 0 mA, R_L = 2,2 kΩ, R_{CC} = 0 $\lvert V_{cm} \rvert$ = 10 V crête à crête	10	9, 10
Immunité contre les transitoires en mode commun Sortie niveau bas	CM_L			−500		V/µs	I_F = 1,6 mA, R_L = 2,2 kΩ, R_{CC} = 0 $\lvert V_{cm} \rvert$ = 10 V crête à crête	10	9, 10

* Normes JEDEC

Notes :

1. Varie linéairement de 0,4 mA/° C au-dessus de 50° C à l'air libre
2. Varie linéairement de 0,7 mW/° C au-dessus de 50° C à l'air libre
3. Varie linéairement de 0,7 mA/° C au-dessus de 25° C à l'air libre
4. Varie linéairement de 2 mW/° C au-dessus de 25° C à l'air libre
5. Le RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT est défini comme le rapport entre le courant collecteur, I_O, en sortie et le courant direct d'entrée, I_F, de la DEL en %
6. Broche 7 non connectée
7. Coupleur assimilé à un système à deux pôles : mesure effectuée entres broches 1, 2, 3, 4 et broches 5, 6, 7, 8 court-circuitées
8. Le branchement d'une résistance entre les broches 5 et 7 diminuera le gain et le temps de transition
9. L'immunité contre les transitoires en mode commun, au niveau logique haut, est le rapport dV_{cm}/dt positif maximal admissible sur le front avant de l'impulsion en mode commun, V_{cm}, pour que la sortie reste à l'état haut (c'est-à-dire, $V_O > 2$ V). L'immunité contre les transitoires en mode commun, au niveau bas, est le rapport dV_{cm}/dt négatif maximal admissible sur le front arrière, V_{cm}, pour que la sortie reste à l'état bas (c'est-à-dire, $V_O < 0{,}8$ V)
10. Pour les applications où dV/dt risque de dépasser 50000 V/µs (décharges statiques par exemple), une résistance de protection, R_{CC}, doit être ajoutée pour protéger le détecteur contre les pointes de courant pouvant le détruire. Valeur recommandée de cette résistance :

$$R_{CC} \cong \frac{1\ (V)}{0{,}15\ I_F\ (mA)} \quad (\text{en k}\Omega)$$

11. Il s'agit d'un test destiné à ratifier la norme UL de 220 Vca

PHOTOCOUPLEURS

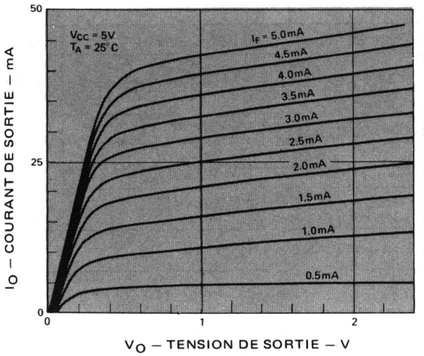


FIGURE 1 — Caractéristiques de transfert en courant continu — 6N139

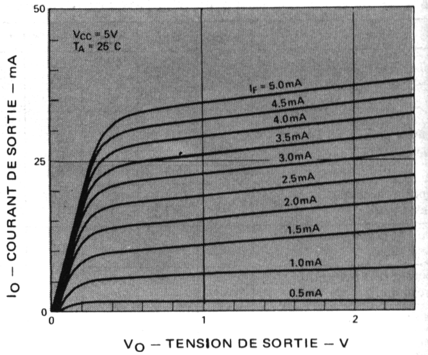


FIGURE 2 — Caractéristiques de transfert en courant continu — 6N138

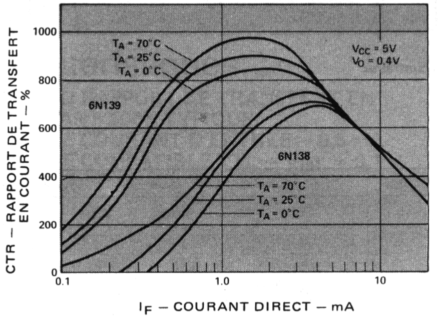


FIGURE 3 — Rapport de transfert en courant en fonction du courant direct

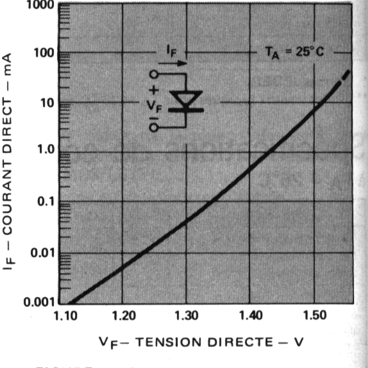


FIGURE 4 — Courant direct de la diode d'entrée en fonction de la tension directe

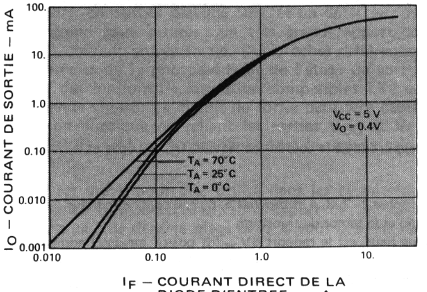


FIGURE 5 — Courant de sortie en fonction du courant direct de la diode d'entrée — 6N139

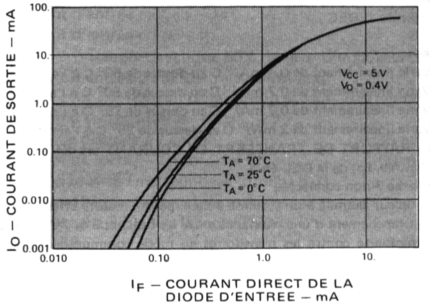


FIGURE 6 — Courant de sortie en fonction du courant direct de la diode d'entrée — 6N138

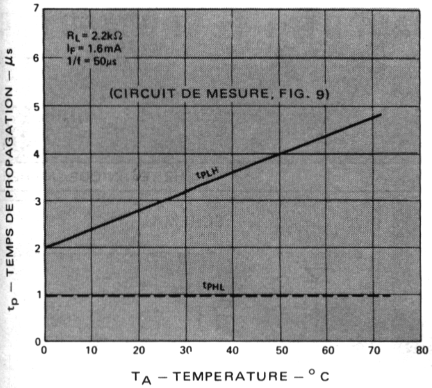


FIGURE 7 – Temps de propagation en fonction de la température

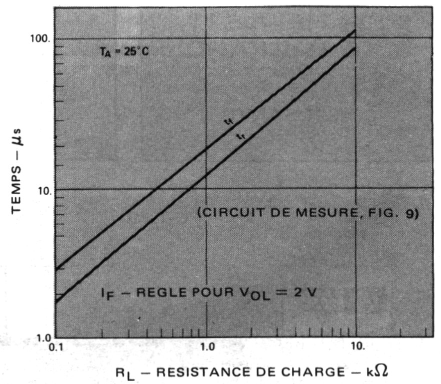


FIGURE 8 – Temps de montée et de descente en régime non saturé en fonction de la résistance de charge

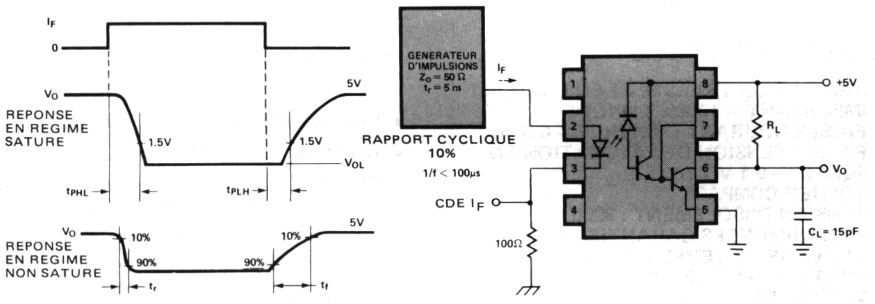


FIGURE 9 – Circuit de mesure en commutation

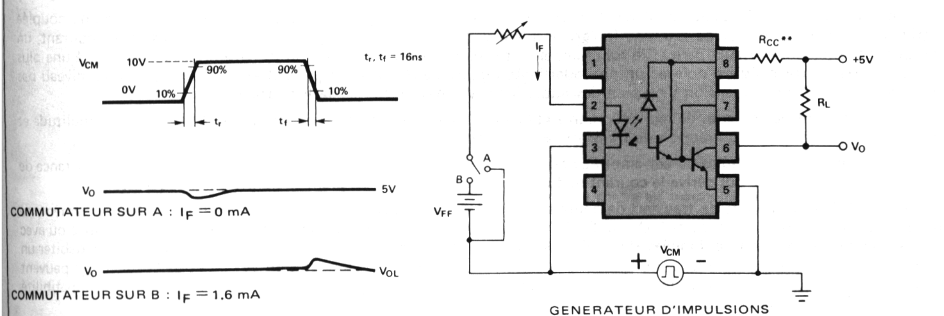


Figure 10 – Circuit de mesure de l'immunité contre les transitoires et formes d'ondes typiques

* NORMES JEDEC

** VOIR NOTE 10

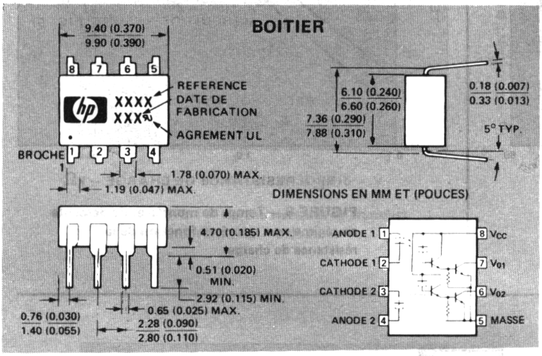
HEWLETT PACKARD

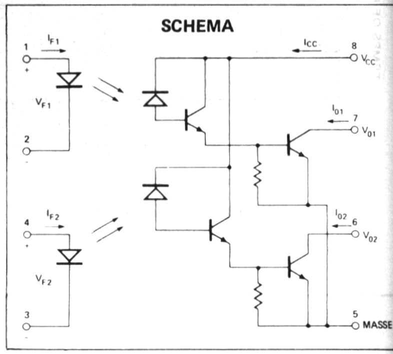
COMPOSANTS

PHOTOCOUPLEURS DOUBLES A FAIBLE COURANT D'ENTRÉE ET GRAND GAIN

HCPL-2730
HCPL-2731

FICHE TECHNIQUE JANVIER 198





Caractéristiques

- RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT IMPORTANT – 1000% TYPIQUE
- FAIBLE COURANT D'ENTREE – 0,5 mA
- FAIBLE TENSION DE SATURATION EN SORTIE – 0,1 V TYPIQUE
- BOITIER COMPACT
- TENSION D'ISOLEMENT : 3000 V_{CC}
- PERFORMANCES GARANTIES DANS LA PLAGE DE TEMPERATURE 0°C A 70°C
- FORTE REJECTION EN MODE COMMUN
- VITESSE DE TRANSMISSION 200K bits/s
- SORTANCE ELEVEE
- COMPATIBLE LSTTL
- AGREE UL (DOSSIER N° E55361)

Applications

- Isolement de masse entre circuits logiques
- Détecteur d'appel téléphonique
- Récepteur de ligne EIA RS-232C
- Récepteur de ligne à faible courant d'entrée – Lignes à longue distance ou d'abonnés
- Isolement bus/microprocesseur
- Détecteur de polarité
- Décalage de niveau
- Indicateur d'état sur ligne — Faible puissance dissipée à l'entrée
- Récepteur de boucle de courant

Description

Les photocoupleurs HCPL-2730 et -2731 à deux voies sont constitués par deux DEL indépendantes, chacune couplée optiquement à un détecteur de photons intégré à grand gain. Ils ont un très grand rapport de transfert en courant, un isolement de préamplificateurs permet le fonctionnement sous une plus faible tension de saturation en sortie et à une plus grande vitesse de transmission qu'avec un photodarlington classique. L'entrée V_{CC} peut être échantillonnée au niveau bas pour invalider la sortie. La tension V_{CC} peut descendre à 1,6 V sans affecter les performances.

Le fonctionnement garanti sous de faibles courants et le grand rapport de transfert en courant (CTR) limitent l'amplitude et les effets de la dégradation du rapport de transfert dans le temps.

Les performances remarquables de cet amplificateur du type «split darlington» sont dues à l'intégration d'une résistance de découplage émetteur-base qui dérive le courant de fuite de la photodiode et du premier transistor vers la masse.

Le HCPL-2731 a un rapport de transfert de courant minimal de 400% pour un courant d'entrée de 0,5 mA seulement, ce qui permet son attaque par circuits MOS ou CMOS, de l'utiliser comme interface pour des logiques faible puissance ou avec le système de transmission de données RS232C. Son rapport de transfert en courant et la possibilité de lui faire débiter un fort courant en sortie lui donnent une sortance importante. Sa tension d'alimentation (V_{CC}) et de sortie (V_O) peuvent atteindre 18 V selon les spécifications; son courant résiduel au niveau bas (I_O) est très faible, ce qui garantit la compatibilité avec les systèmes logiques CMOS haute tension.

Le HCPL-2730 est spécifié pour un courant d'entrée de 1,6 mA et une tension V_{CC} et V_O de 7 V. Son CTR de 300% minimal permet de l'utiliser comme interface TTL/TTL avec seulement 1,6 mA à l'entrée.

Les spécifications importantes, telles que le CTR, le courant de fuite et la tension de saturation en sortie, sont garanties entre 0°C et 70°C pour permettre un fonctionnement sûr.

Spécifications électriques

(dans la plage de température $T_A = 0°$ C à 70° C, sauf mentions contraires)

Paramètre	Symb.	Réf. HCPL-	Min.	Typ.*	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Rapport de transfert en courant	CTR	2731	400 500	1000 1100		%	$I_F = 0{,}5$ mA, $V_O = 0{,}4$ V, $V_{CC} = 4{,}5$ V $I_F = 1{,}6$ mA, $V_O = 0{,}4$ V, $V_{CC} = 4{,}5$ V	2	6,7
		2730	300	1000		%	$I_F = 1{,}6$ mA, $V_O = 0{,}4$ V, $V_{CC} = 4{,}5$ V	2	
Tension de sortie niveau logique bas	V_{OL}	2731		0,1 0,1 0,2	0,4 0,4 0,4	V	$I_F = 1{,}6$ mA, $I_O = 8$ mA, $V_{CC} = 4{,}5$ V $I_F = 5$ mA, $I_O = 15$ mA, $V_{CC} = 4{,}5$ V $I_F = 12$ mA, $I_O = 24$ mA, $V_{CC} = 4{,}5$ V	1	6
		2730		0,1	0,4	V	$I_F = 1{,}6$ mA, $I_O = 4{,}8$ mA, $V_{CC} = 4{,}5$ V		
Courant de sortie niveau logique haut	I_{OH}	2731		0,005	100	µA	$I_F = 0$ mA, $V_O = V_{CC} = 18$ V		6
		2730		0,01	250	µA	$I_F = 0$ mA, $V_O = V_{CC} = 7$ V		
Courant d'alimentation niveau logique bas	I_{CCL}	2731		1,2		mA	$I_{F1} = I_{F2} = 1{,}6$ mA, $V_{O1} = V_{O2} =$ ouvert; $V_{CC} = 18$ V		
		2730		0,9			$V_{CC} = 7$ V		
Courant d'alimentation niveau logique haut	I_{CCH}	2731		5		nA	$I_{F1} = I_{F2} = 0$ mA, $V_{O1} = V_{O2} =$ ouvert; $V_{CC} = 18$ V		
		2730		4			$V_{CC} = 7$ V		
Tension directe d'entrée	V_F			1,4	1,7	V	$I_F = 1{,}6$ mA, $T_A = 25°$ C	4	6
Tension inverse d'entrée	B_{VR}		5			V	$I_R = 10$ µA, $T_A = 25°$C		
Coefficient de température de la tension directe	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$			− 1,8		mV/° C	$I_F = 1{,}6$ mA		6
Capacité d'entrée	C_{in}			60		pF	f = 1 MHz, $V_F = 0$		6
Courant de fuite entrée/sortie	$I_{I\text{-}O}$				1	µA	Humidité relative 45%, $T_A = 25°$ C t = 5 s, $V_{I\text{-}O} = 3000$ Vcc		8,12
Résistance entrée/sortie	$R_{I\text{-}O}$			10^{12}		Ω	$V_{I\text{-}O} = 500$ Vcc		8
Capacité entrée/sortie	$C_{I\text{-}O}$			0,6		pF	f = 1 MHz		8
Courant de fuite entrée/entrée	$I_{I\text{-}I}$			0,005		µA	Humidité relative 45%, t = 5 s $V_{I\text{-}I} = 500$ Vcc		9
Résistance entrée/entrée	$R_{I\text{-}I}$			10^{11}		Ω	$V_{I\text{-}I} = 500$ Vcc		9
Capacité entrée/entrée	$C_{I\text{-}I}$			0,25		pF	f = 1 MHz		9

*Toutes valeurs typiques à $T_A = 25°$ C

Spécifications de commutation à $T_A = 25°$C

Paramètre	Symb.	Réf. HCPL-	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}	2731		25	100	µs	$I_F = 0{,}5$ mA, $R_L = 4{,}7$ kΩ	9	
		2730/1		5 0,5	20 2	µs	$I_F = 1{,}6$ mA, $R_L = 2{,}2$ kΩ $I_F = 12$ mA, $R_L = 270$ Ω		
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie	t_{PLH}	2731		20	60	µs	I = 0,5 mA, $R_L = 4{,}7$ Ω	9	
		2730/1		10 1	35 10	µs	$I_F = 1{,}6$ mA, $R_L = 2{,}2$ kΩ $I_F = 12$ mA, $R_L = 270$ Ω		
Immunité contre les transitoires en mode commun sortie niveau haut	CM_H			500		V/µs	$I_F = 0$ mA, $R_L = 2{,}2$ kΩ $\|V_{CM}\| = 10$ Vc-à-c	10	6,10 11
Immunité contre les transitoires en mode commun sortie niveau bas	CM_L			− 500		V/µs	$I_F = 1{,}6$ mA, $R_L = 2{,}2$ kΩ $\|V_{CM}\| = 10$ Vc-à-c	10	6,10 11

Notes :

1. Varie linéairement de 0,5 mA/°C au-dessus de 50°C à l'air libre.
2. Varie linéairement de 0,9 mA/°C au-dessus de 50°C à l'air libre.
3. Varie linéairement de 0,6 mA/°C au-dessus de 50°C à l'air libre.
4. La broche 5 doit être au potentiel le plus négatif par rapport au détecteur.
5. Varie linéairement de 1,7 mW/°C au-dessus de 35°C à l'air libre. La puissance de sortie correspond à la puissance de sortie sur le collecteur plus la puissance d'alimentation.
6. Par voie.
7. Le RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT est le rapport entre le courant collecteur en sortie et le courant direct, I_F, traversant la DEL en %.
8. Coupleur assimilé à un système à deux pôles : mesures faites entre broches 1, 2, 3 et 4 court-circuitées et broches 5, 6, 7 et 8 court-circuitées.
9. Mesure entre les broches 1 et 2 court-circuitées et 3 et 4 court-circuitées.
10. L'immunité contre les transitoires en mode commun au niveau logique haut est le rapport dV_{CM}/dt positif maximal admissible sur le front avant de l'impulsion en mode commun, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état haut (c'est-à-dire, $V_O > 2$ V). L'immunité contre les transitoires en mode commun au niveau logique bas est le rapport dV_{CM}/dt négatif maximal admissible sur le front arrière de l'impulsion en mode commun, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état bas (c'est-à-dire, $V_O < 0{,}8$ V).
11. Pour les applications où dV/dt risque de dépasser 50 000 V/µs (décharges statiques par exemple), une résistance de protection, R_{CC}, doit être ajoutée pour protéger le détecteur contre les pointes de courant pouvant le détruire. Valeur recommandée de cette résistance :
$$R_{CC} \approx \frac{1\ \text{V}}{0{,}3\ I_F\ (\text{mA})}\ \text{k}\Omega$$
12. Il s'agit d'un test destiné à ratifier la norme UL de 220 Vca.

Valeurs limites absolues

Température de stockage . . . . – 55°C à + 125°C
Température de fonctionnement . . . . . – 40°C à + 85°C
Température de soudage . . . . 260°C pendant 10 s (à 1,6 mm du plan de base)
Courant moyen d'entrée – I_F (par voie) . . . . 20 mA (1)
Courant crête d'entrée – I_F (par voie) . . . . 40 mA (rapport cyclique 50%, impulsion de 1 ms)
Tension inverse d'entrée – V_R (par voie) . . . . 5 V

Puissance dissipée à l'entrée (par voie) . . . . 35 mW (2)
Courant de sortie – I_O (par voie) . . . . 60 mA (3)
Tension d'alimentation de sortie – V_{CC} (broche 8-5), V_O (broches 7, 6-5) (4) :
HCPL-2730 . . . . – 0,5 à 7 V
HCPL-2731 . . . . – 0,5 à 18 V
Puissance dissipée en sortie (par voie) . . . . 100 mW (5)

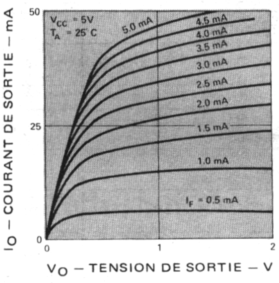


FIGURE 1 – Caractéristiques de transfert en courant continu

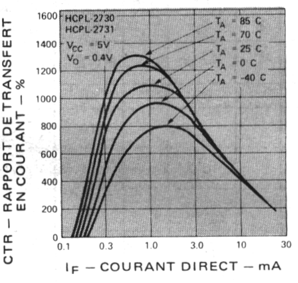


FIGURE 2 – Rapport de transfert en courant en fonction du courant direct

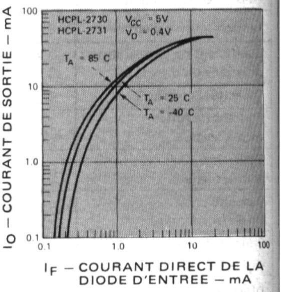


FIGURE 3 – Courant de sortie en fonction du courant direct de la diode d'entrée

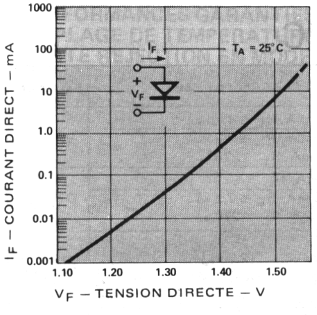


FIGURE 4 – Courant direct de la diode d'entrée en fonction de la tension directe

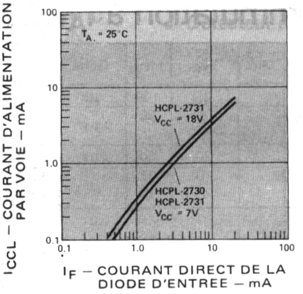


FIGURE 5 – Courant d'alimentation par voie en fonction du courant direct de la diode d'entrée

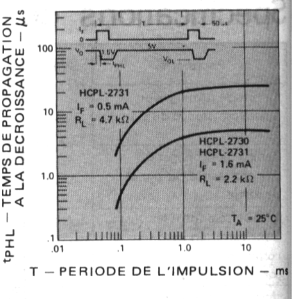


FIGURE 6 – Temps de propagation à la décroissance en fonction de la période des impulsions

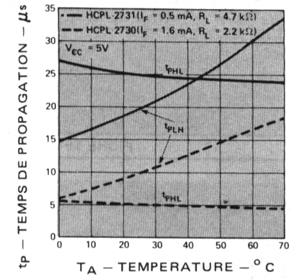


FIGURE 7 — Temps de propagation en fonction de la température

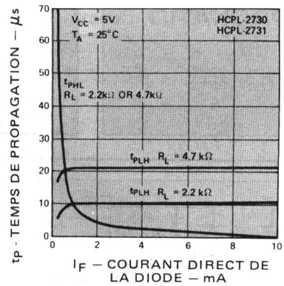


FIGURE 8 — Temps de propagation en fonction du courant direct d'entrée (diode)

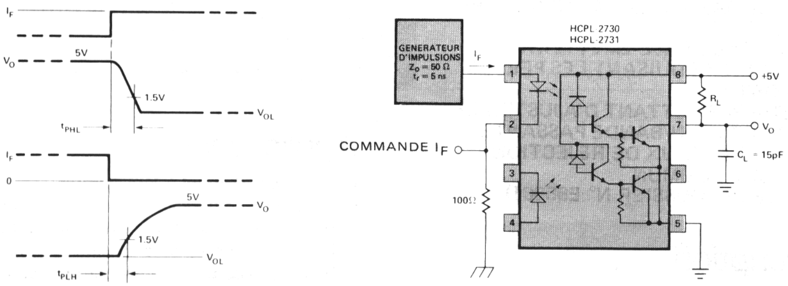
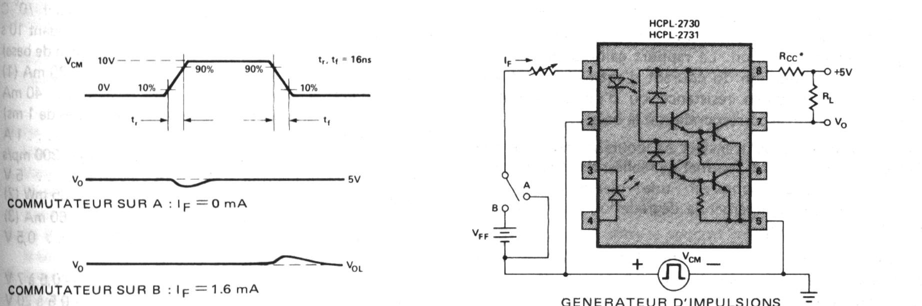


FIGURE 9 — Circuit de mesure en commutation



* Voir note 11

FIGURE 10 — Circuit de mesure de l'immunité contre les transitoires et formes d'ondes typiques

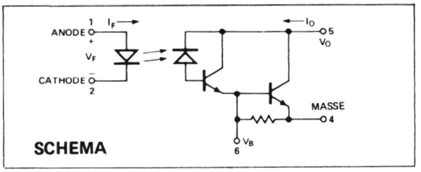
HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

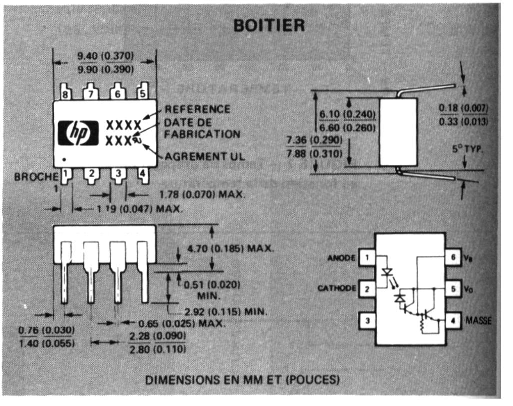
PHOTOCOUPLEURS A FAIBLE COURANT D'ENTRÉE ET GRAND GAIN

4N45
4N46

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984



SCHEMA



Caractéristiques

- **GRAND RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT – 1000% TYPIQUE**
- **FAIBLE COURANT D'ENTREE – 0,5 mA**
- **TENSION D'ISOLEMENT 3000 V_{CC}**
- **PERFORMANCES GARANTIES ENTRE 0°C ET 70°C**
- **RESISTANCE BASE-EMETTEUR INTEGREE REDUISANT LES PERTES EN SORTIE**
- **SORTIE PERMETTANT D'AJUSTER LE RAPPORT GAIN/BANDE PASSANTE**
- **TRES FORT TAUX DE REJECTION EN MODE COMMUN**
- **AGREE UL (DOSSIER N° E55361)**

Description

Les photocoupleurs 4N45 et 4N46 sont constitués par une DEL au GaAsP couplée optiquement à un photodétecteur intégré à grand gain.

Leurs excellentes performances en fonction de la température sont dues à la résistance de découplage intégrée, placée entre base-émetteur du transistor de sortie, qui dévie les courants de fuite du premier étage vers la masse. L'accès à la base du second étage permet d'améliorer la réjection du bruit par rapport à un photodarlington classique, ou d'appliquer une réaction. Le rapport gain/bande passante ou le seuil en fonction du courant d'entrée peuvent être ajustés à l'aide d'une résistance ou d'un condensateur branché sur la sortie correspondant à la base.

Le grand rapport de transfert en courant, pour de très faibles niveaux d'entrée, permet de réaliser des circuits pour lesquels on peut conserver une marge de sécurité importante pour compenser la dégradation du rapport de transfert dans le temps.

Le photocoupleur 4N46 a un rapport de transfert de 350% pour un courant d'entrée de 0,5 mA seulement : il est parfaitement adapté à l'interface des circuits MOS, CMOS ou logiques à faible puissance. La tension inverse minimale de 20 V que supporte le transistor de sortie et le faible courant de fuite maximal garanti (I_{OH}) sous 18 V le rendent compatible avec les circuits logiques CMOS haute tension.

Le photocoupleur 4N45 a un rapport de transfert de 250% pour 1 mA à l'entrée. Sa tension inverse minimale est de 7 V.

Applications

- **Détecteur d'appel téléphonique**
- **Isolement de la masse en logique numérique**
- **Récepteur de ligne à faible courant d'entrée**
- **Indicateur d'état de la tension sur une ligne Faible puissance dissipée par le circuit d'entrée**
- **Interface circuit logique/relais Reed**
- **Décalage de niveau**
- **Interface entre logiques de différentes familles**

Valeurs limites absolues

Température de stockage . . . . – 55° C à + 125° C
Température de fonctionnement . . . . – 40° C à + 70° C
Température de soudage . . . . 260° C pendant 10 s
(à 1,6 mm du plan de base)
Courant d'entrée moyen – I_F . . . . 20 mA (1)
Courant d'entrée crête – I_F . . . . 40 mA
(rapport cyclique 50%, impulsions de 1 ms)
Courant crête sur transitoires à l'entrée – I_F . . . . 1 A
(largeur d'impulsion ⩽ 1 µs, 300 mp/s)
Tension inverse à l'entrée – V_R . . . . 5 V
Dissipation en puissance à l'entrée . . . . 35 mW (2)
Courant de sortie – I_O (broche 5) . . . . 60 mA (3)
Tension inverse base-émetteur (broches 4-6) . . . . . 0,5 V
Tension de sortie – V_O (broches 5-4) :
4N45 . . . . – 0,5 à 7 V
4N46 . . . . – 0,5 à 20 V
Dissipation de puissance en sortie . . . . 100 mW (4)

Voir notes, page suivante

ATTENTION : Les faibles dimensions de la jonction imposées par la conception de ce coupleur bipolaire accroissent sa sensibilité aux décharges électrostatiques. Il est prudent de prendre les précautions normales habituelles dans la manipulation et le montage de ce composant pour éviter de l'endommager ou de le dégrader par décharges électrostatiques.

* Normes JEDEC

Spécifications électriques

(pour la gamme de température T_A = 0° C à 70° C, sauf mention contraire)

Paramètre	Symb.	Réf.	Min.	Typ**	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Rapport de transfert en courant	CTR*	4N46	350	1500		%	I_F = 0,5 mA, V_O = 1 V	4	5, 6
			500	1500			I_F = 1 mA, V_O = 1 V		
			200	600			I_F = 10 mA, V_O = 1,2 V		
		4N45	250	1200		%	I_F = 1 mA, V_O = 1 V		
			200	500			I_F = 10 mA, V_O = 1,2 V		
Tension logique niveau bas en sortie	V_{OL}	4N46		0,90	1	V	I_F = 0,5 mA, I_{OL} = 1,75 mA	2	6
				0,92	1		I_F = 1 mA, I_{OL} = 5 mA		
				0,95	1,2		I_F = 10 mA, I_{OL} = 20 mA		
		4N45		0,90	1	V	I_F = 1 mA, I_{OL} = 2,5 mA		
				0,95	1,2		I_F = 10 mA, I_{OL} = 20 mA		
Courant logique niveau haut en sortie	I_{OH}*	4N46		0,001	100	µA	I_F = 0 mA, V_O = 18 V		6
		4N45		0,001	250	µA	I_F = 0 mA, V_O = 5 V		
Tension directe d'entrée	V_F*			1,4	1,7	V	I_F = 1 mA, T_A = 25° C	1	
Coefficient de température de la tension directe	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$			– 1,8		mV/° C	I_F = 1 mA		
Tension inverse à l'entrée	BV_R*		5			V	I_R = 10 µA, T_A = 25° C		
Capacité d'entrée	C_{IN}			60		pF	f = 1 MHz, V_F = 0		
Courant de fuite entrée/sortie (isolement)	$I_{I\text{-}O}$*				1	µA	Humidité relative 45%, T_A = 25° C, t = 5 s, $V_{I\text{-}O}$ = 3000 V_{CC}		7,10
Résistance entrée/sortie	$R_{I\text{-}O}$			10^{12}		Ω	$V_{I\text{-}O}$ = 500 V_{CC}		7
Capacité entrée/sortie	$C_{I\text{-}O}$			0,6		pF	f = 1 MHz		7

Spécifications de commutation à T_A = 25°C

Paramètre	Symb.	Min.	Typ**	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}		80		µs	I_F = 1 mA, R_L = 10 kΩ	8	6, 8
	t_{PHL}*		5	50	µs	I_F = 10 mA, R_L = 220 Ω		
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie	t_{PLH}		1500		µs	I_F = 1 mA, R_L = 10 kΩ	8	6, 8
	t_{PLH}*		150	500	µs	I_F = 10 mA, R_L = 220 Ω		
Immunité contre les transitoires en mode commun, sortie niveau haut	CM_H		500		V/µs	I_F = 0 mA, R_L = 10 kΩ, $\mid V_{cm} \mid$ = 10 V c-à-c	9	9
Immunité contre les transitoires en mode commun, sortie niveau bas	CM_L		– 500		V/µs	I_F = 1 mA, R_L = 10 kΩ, $\mid V_{cm} \mid$ = 10 V c-àc	9	9

* Normes JEDEC

** Toutes valeurs typiques pour T_A = 25° C, sauf mentions contraires

Notes :

1. Varie linéairement de 0,4 mA/° C au-dessus de 50° C à l'air libre
2. Varie linéairement de 0,7 mW/° C au-dessus de 50° C à l'air libre
3. Varie linéairement de 0,8 mA/° C au-dessus de 25° C à l'air libre
4. Varie linéairement de 1,5 mW/° C au-dessus de 25° C à l'air libre
5. Le RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT est défini comme le rapport entre le courant collecteur, I_O, en sortie et le courant direct d'entrée, I_F, de la DEL en %
6. Broche 6 non connectée
7. Coupleur assimilé à un système à deux pôles : mesures faites entre broches 1, 2, 3 et 4, 5, 6 court-circuitées
8. Le branchement d'une résistance entre les broches 4 et 6 diminuera le gain et le temps de transition (voir Figures 10 et 12)
9. L'immunité contre les transitoires en mode commun au niveau logique haut est le rapport dV_{cm}/dt positif maximal admissible sur le front avant de l'impulsion en mode commun, V_{cm}, pour que la sortie reste à l'état haut (c'est-à-dire, $V_O > 2{,}5$ V). L'immunité contre les transitoires en mode commun au niveau bas est le rapport dV_{cm}/dt négatif maximal admissible sur le front arrière de l'impulsion en mode commun, V_{cm}, pour que la sortie reste à l'état bas (c'est-à-dire, $V_O < 0{,}8$ V)
10. Il s'agit d'un test destiné à ratifier la norme UL de 220 Vca

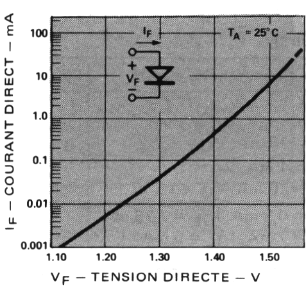


FIGURE 1 — Courant direct d'entrée de la diode en fonction de la tension directe

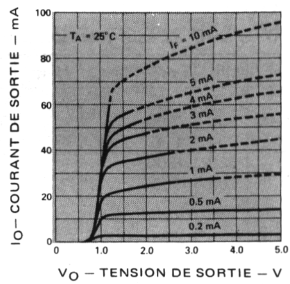


FIGURE 2 — Caractéristique de transfert typique en courant continu

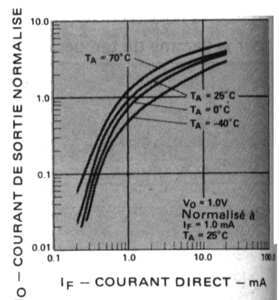


FIGURE 3 — Courant de sortie en fonction du courant à l'entrée

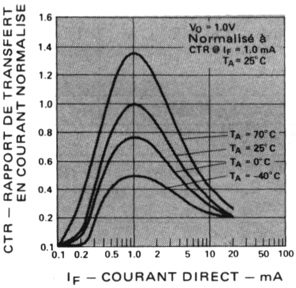


FIGURE 4 — Rapport de transfert en courant en fonction du courant d'entrée

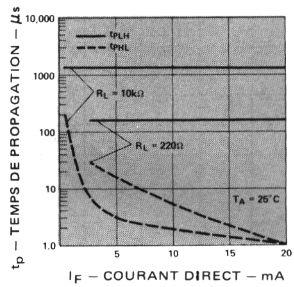


FIGURE 5 — Temps de propagation en fonction du courant direct

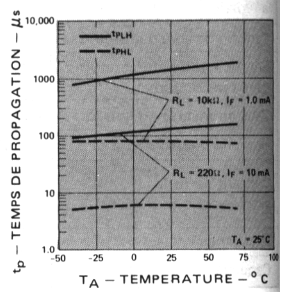


FIGURE 6 — Temps de propagation en fonction de la température

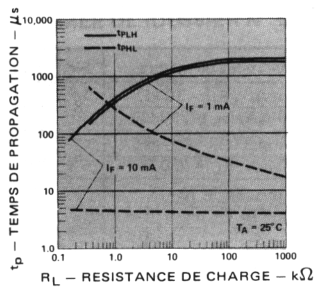


FIGURE 7 — Temps de propagation en fonction de la résistance de charge

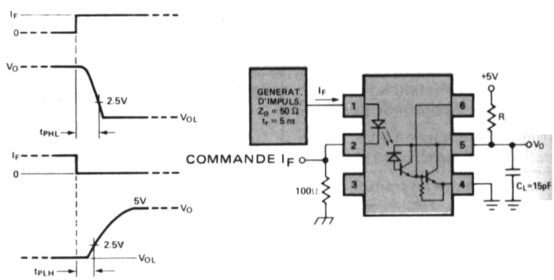


FIGURE 8 — Circuit de mesure en commutation

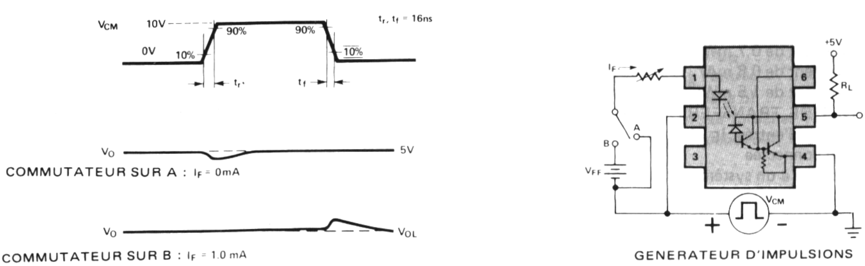


FIGURE 9 — Circuit de mesure de l'immunité contre les transitoires et formes d'ondes typiques

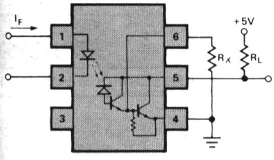


FIGURE 10 – Résistance de base extérieure, R_X

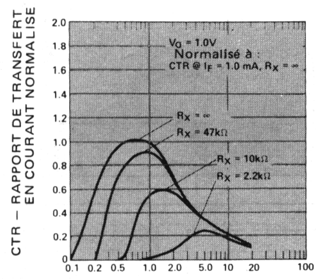


FIGURE 11 – Effet de R_X sur le rapport de transfert en courant

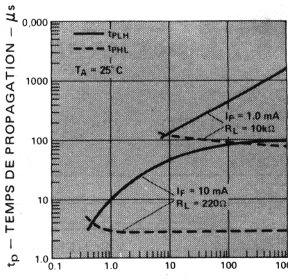
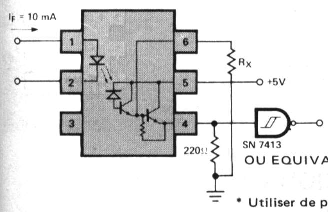


FIGURE 12 – Effet de R_X sur le temps de propagation

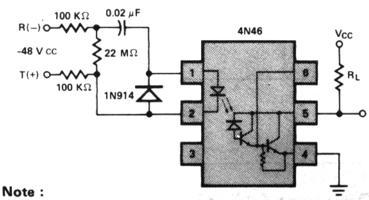
Applications



R_X (kΩ)	t_{PHL} (µs)	t_{PLH} (µs)
∞	5	320
100	5	200
47	5	140
20	6	80
10	6	45

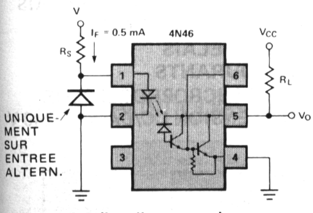
* Utiliser de préférence des bascules de Schmitt à cause de la longueur de t_r et de t_f

Interface TTL



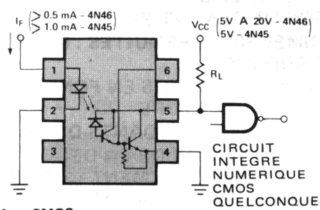
Note :
Un intégrateur peut être nécessaire à la sortie pour éliminer les impulsions de cadran et les transitoires de ligne

Détecteur d'appel téléphonique

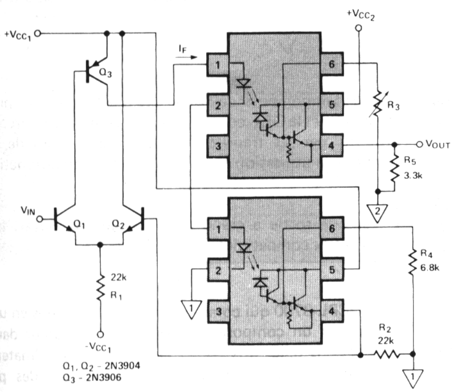


(Vcc ou Veff)	R_S	V • I_F (mW)
24	47kΩ	11
48	100kΩ	22
115	220kΩ	62
230	470kΩ	113

Alimentation d'une ligne en tension



Interface CMOS



Isolement d'un signal analogique

CARACTERISTIQUES

$R_{IN} \approx 30\ M\Omega$, $R_{OUT} \approx 50\ \Omega$

V_{IN} (max) $= V_{CC_1}$ - 1 V, linéarité meilleure que 5%

REMARQUES SUR LA VALEUR DES ELEMENTS

R_1 - non critique $\left(<< \frac{V_{IN}(max) - (-V_{CC_1}) - V_{BE}}{I_F(max)}\right) h_{FE}\ Q_3$

R_2 - non critique (omettre si un décalage de 0,2 à 0,3 V est tolérable)

$R_4 > \frac{V_{IN}(max) + V_{BE}}{1\ mA}$

$R_5 > \frac{V_{IN}(max)}{2,5\ mA}$

Note :
Régler R_3 pour que $V_{OUT} = V_{IN}$ pour $V_{IN} = \frac{V_{IN}(max)}{2}$

PHOTOCOUPLEURS

HEWLETT PACKARD

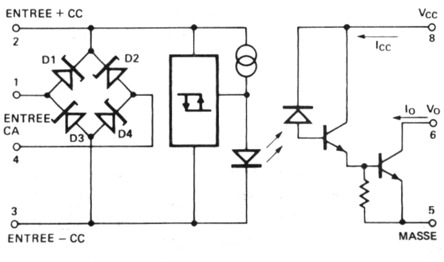
COMPOSANTS

PHOTOCOUPLEUR CONTINU OU ALTERNATIF/LOGIQUE A DÉTECTION DE SEUIL

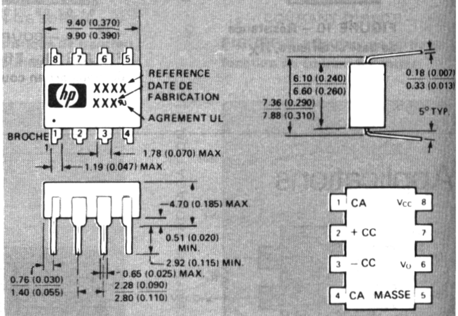
HCPL-3700

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

SCHEMA



BOITIER



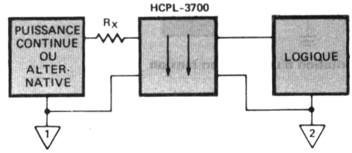
DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)

Caractéristiques

- ENTREE CONTINUE OU ALTERNATIVE
- TENSIONS DE SEUIL PROGRAMMABLES
- HYSTERESIS
- SORTIE COMPATIBLE TTL
- DIMENSIONS REDUITES : BOITIER DIP 8 BROCHES
- SEUILS GARANTIS EN FONCTION DE LA TEMPERATURE
- SEUILS INDEPENDANTS DE LA DEGRADATION DE LA DEL
- TENSION D'ISOLEMENT : 3000 V_{CC}
- AGREE UL (DOSSIER N° E55361)

Applications

- CONTACTS DE SECURITE
- DETECTION DE BAISSES DE TENSION
- SURVEILLANCE DE CONTACT DE RELAIS
- SURVEILLANCE DE LA TENSION D'EXCITATION DE RELAIS
- DETECTION DE COURANTS
- INTERFACE POUR MICROPROCESSEUR
- DETECTEUR DE TENSION CC/CA 5 V–240 V



Description

Le HCPL-3700 est un photocoupleur détecteur de seuil de courant ou de tension. Il comporte une DEL, un étage tampon intégré détecteur de seuil et un photo-détecteur à grand gain, ce qui donne un photocoupleur dont on peut régler les niveaux de seuil extérieurs. L'étage tampon d'entrée se déclenche pour un seuil nominal de 2,5 mA (I_{TH+}) ou de 3,8 V (V_{TH+}). L'adjonction de résistances d'atténuation extérieures permet de l'utiliser dans une large gamme de tensions ou de courants à l'entrée. La détection de seuil, précédant la DEL et les éléments de détection, diminue l'influence des différences de gain et des variations de caractéristiques des DEL dans le temps (dégradation du rapport de transfert en courant). L'étage tampon présente en outre une certaine hystérésis pour améliorer l'immunité au bruit et la stabilité en commutation.

L'étage tampon possède des diodes d'écrétage pour protéger les circuits et la DEL contre les surtensions et les surcourants produits par les transitoires, alors que le pont de diodes permet son utilisation en courant continu ou alternatif.

L'étage de sortie à grand gain à collecteur ouvert fournit des niveaux compatibles TTL et CMOS.

Le HDCPL-3700 qui combine plusieurs fonctions en un seul boîtier est un composant idéal pour l'utilisateur dans des applications telles que les cartes d'entrée des ordinateurs de surveillance industrielle et d'autres exigeant des photocoupleurs dont le seuil d'entrée doit être fixe.

Valeurs limites absolues (pas de réductions nécessaires jusqu'à 70°C)

Paramètre		Symbole	Min.	Max.	Unité	Note
Température de stockage		T_S	−55	125	°C	
Température de fonctionnement		T_A	−25	85	°C	
Soudage des broches	Température			260	°C	1
	Durée			10	s	
Courant d'entrée	Moyen	I_{IN}		50	mA	2
	De pointe			140		2,3
	Transitoires			500		
Tension d'entrée (broches 2-3)		V_{IN}	−0,5		V	
Puissance dissipée à l'entrée		P_{IN}		230	mW	4
Puissance totale dissipée par le boîtier		P		305	mW	5
Puissance dissipée en sortie		P_O		210	mW	6
Courant de sortie	Moyen	I_O		30	mA	7
Tension d'alimentation (broches 8-5)		V_{CC}	−0,5	20	V	
Tension de sortie (broches 6-5)		V_O	−0,5	20	V	

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité	Note
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,5	18	V	
Température de fonctionnement	T_A	0	70	°C	
Fréquence de fonctionnement	f	0	4	kHz	8

Caractéristiques en commutation (T_A = 25°C, V_{CC} = 5 V)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.9	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation niveau logique bas en sortie	t_{PHL}		4	15	µs	R_L = 4,7 kΩ, C_L = 30 pF	6,9	10
Temps de propagation niveau logique haut en sortie	t_{PLH}		10	40	µs	R_L = 4,7 kΩ, C_L = 30 pF		11
Immunité aux transitoires en mode commun, niveau logique bas en sortie	CM_L		− 600		V/µs	I_{IN} = 3,11 mA, R_L = 4,7 kΩ $V_{Omax.}$ = 0,8 V, V_{CM_L} = 140 V	8,10	12,13
Immunité aux transitoires en mode commun, niveau logique haut en sortie	CM_H		4000		V/µs	I_{IN} = 0 mA, R_L = 4,7 kΩ $V_{Omin.}$ = 2 V, V_{CM_H} = 1400 V		
Temps de montée en sortie (10%, 90%)	t_r		20		µs	R_L = 4,7 kΩ, C_L = 30 pF	7	
Temps de descente en sortie (90%, 10%)	t_f		0,3		µs	R_L = 4,7 kΩ, C_L = 30 pF		

Caractéristiques électriques **($0°C \leqslant T_A \leqslant 70°C$, sauf mentions contraires)**

Paramètre		Symbole	Min.	Typ.9	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Courant de seuil à l'entrée		I_{TH+}	1,96	2,5	3,11	mA	$V_{IN} = V_{TH+}$, $V_{CC} = 4{,}5$ V $V_O = 0{,}4$ V, $I_O \geqslant 4{,}2$ mA	2,3	14
		I_{TH-}	1	1,3	1,62	mA	$V_{IN} = V_{TH-}$, $V_{CC} = 4{,}5$ V $V_O = 2{,}4$ V, $I_{OH} \leqslant 100$ µA		
Tension de seuil à l'entrée	CC (broches 2,3)	V_{TH+}	3,35	3,8	4,05	V	$V_{IN}=V_2-V_3$, broches 1,4 ouvert $V_{CC} = 4{,}5$ V, $V_O = 0{,}4$ V, $I_O \geqslant 4{,}2$ mA		
		V_{TH-}	2,01	2,6	2,86	V	$V_{IN}=V_2-V_3$, broches 1,4 ouvert $V_{CC} = 4{,}5$ V, $V_O = 2{,}4$ V, $I_O \leqslant 100$ µA		
	CA (broches 1,4)	V_{TH+}	4,23	5,1	5,50	V	$V_{IN}=V_1-V_4$, broches 2,3 ouvert $V_{CC} = 4{,}5$ V, $V_O = 0{,}4$ V, $I_O \geqslant 4{,}2$ mA		14,15
		V_{TH-}	2,87	3,8	4,24	V	$V_{IN}=V_1-V_4$, broches 2,3 ouvert $V_{CC} = 4{,}5$ V, $V_O = 2{,}4$ V, $I_O \leqslant 100$ µA		
Hystérésis		I_{HYS}		1,2		mA	$I_{HYS} = I_{TH+} - I_{TH-}$	2	
		V_{HYS}		1,2		V	$V_{HYS} = V_{TH+} - V_{TH-}$		
Tension d'écrêtage à l'entrée		V_{IHC1}	5,4	6	6,6	V	$V_{IHC1} = V_2 - V_3$, V_3 = masse $I_{IN} = 10$ mA, broches 1, 4 connectées à broche 3	1	
		V_{IHC2}	6,1	6,7	7,3	V	$V_{IHC2} = V_1 - V_4$, $I_{IN} = 10$ mA broches 2,3 ouvert		
		V_{IHC3}		12	13,4	V	$V_{IHC3} = V_2 - V_3$, V_3 = masse $I_{IN} = 15$ mA, broches 1,4 ouvert		
		V_{ILC}		–0,76		V	$V_{ILC} = V_2 - V_3$, V_3 = masse $I_{IN} = -10$ mA		
Courant d'entrée		I_{IN}	3	3,7	4,4	mA	$V_{IN} = V_2 - V_3 = 5$ V, broches 1,4 ouvert	5	
Tension directe du pont de diode		$V_{D1,2}$		0,59			$I_{IN} = 3$ mA (voir schéma)		
		$V_{D3,4}$		0,74					
Tension de sortie niveau logique bas		V_{OL}		0,1	0,4	V	$V_{CC} = 4{,}5$ V, $I_{OL} = 4{,}2$ mA	5	14
Courant de sortie niveau logique haut		I_{OH}			100	µA	$V_{OH} = V_{CC} = 18$ V		
Courant d'alimentation niveau logique bas		I_{CCL}		1	4	mA	$V_2 - V_3 = 5$ V, V_O = ouvert $V_{CC} = 5$ V		
Courant d'alimentation niveau logique haut		I_{CCH}		2		nA	$V_{CC} = 18$ V, V_O = ouvert	4	14
Courant de fuite entrée-sortie (isolement)		I_{I-O}			1	µA	Humidité relative = 45% $T_A = 25°C$, $V_{I-O} = 3000$ V_{CC} $t = 5$ s		16,17
Résistance d'isolement entrée-sortie		R_{I-O}		10^{12}		Ω	$V_{I-O} = 500$ V_{CC}		16
Capacité d'entrée-sortie		C_{I-O}		0,6		pF	$f = 1$ MHz, $V_{I-O} = 0$ V_{CC}		
Capacité d'entrée		C_{IN}		50		pF	$f = 1$ MHz, $V_{IN} = 0$ V, broches 2,3 (broches 1,4 ouvert)		

Notes :

1. Mesuré à 1,6 mm du plan de base.
2. Courant dans une broche quelconque.
3. La durée de la surintensité est de 3 ms à une cadence de répétition de 120 Hz. La durée de la pointe de courant à l'entrée sur transitoires est de 10 µs à une cadence de répétition de 120 Hz. La puissance maximale à l'entrée P_{IN}, admissible, ne doit pas être dépassée.
4. Au-dessus de 70°C à l'air libre, réduire linéairement la puissance dissipée de 4,1 mW/°C. La dissipation maximale à l'entrée de 230 mW autorise une température de jonction de 125°C à la température ambiante de 70°C, avec une résistance thermique jonction-ambiante $\theta_{JA_i} = 240°C/W$. Une puissance P_{IN} et une température de jonction T_J excessives conduisent à une dégradation des puces des circuits intégrés.

5. Au-dessus de 70°C à l'air libre, réduire linéairement la puissance dissipée de 5,4 mW/°C.
6. Au-dessus de 70°C à l'air libre, réduire la puissance dissipée de 3,9 mW/°C. La dissipation maximale en sortie de 210 mW autorise une température de jonction de 125°C à la température ambiante de 70°C, avec une résistance thermique jonction-ambiante $\theta_{JA_0} = 265°C/W$.
7. Au-dessus de 70°C à l'air libre, réduire le courant de 0,6 mA/°C.
8. La fréquence maximale d'utilisation est définie par la valeur qu'elle atteint lorsque le niveau en sortie (broche 6) ne représente plus que 90% de V_{CC}, avec $R_L = 4{,}7\ k\Omega$ et $C_L = 30$ pF, pour un signal carré de 5 V appliqué à l'entrée.
9. Toutes les valeurs typiques pour $T_A = 25°C$ et $V_{CC} = 5$ V sauf mention contraire.
10. Le temps de propagation de t_{PHL} est mesuré entre le point 2,5 V du front avant d'une impulsion de 5 V à l'entrée (temps de montée 1 µs) et le point 1,5 V du front avant de l'impulsion de sortie (voir figure 9).
11. Le temps de propagation t_{PHL} est mesuré entre le point 2,5 V du front arrière d'une impulsion de 5 V à l'entrée (temps de descente 1 µs) et le point 1,5 V du front arrière de l'impulsion de sortie (voir figure 9).
12. L'immunité contre les transitoires de mode commun au niveau logique haut correspond au dV_{CM}/dt positif maximal tolérable sur le front avant de l'impulsion de mode commun, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état haut, c'est-à-dire, $V_O > 2$ V. Par contre, au niveau logique bas, elle correspond au dV_{CM}/dt négatif maximal tolérable sur le front arrière de l'impulsion, V_{CM}, pour que la sortie reste à l'état bas, c'est-à-dire, $V_O < 0{,}8$ V. Voir figure 10.
13. Dans les applications où dV_{CM}/dt peut dépasser 50 000 V/µs (décharges statiques, par exemple), une résistance série, R_{CC}, doit être montée pour protéger le détecteur intégré contre les surcharges destructives. La valeur recommandée pour R_{CC} est de 240 Ω par volt de chute admissible dans V_{CC} (entre la broche 8 et V_{CC}) avec une valeur minimale de 240 Ω.
14. La sortie niveau logique bas sur la broche 6 ne seproduira que si les conditions $V_{IN} \geqslant V_{TH+}$ et $V_{IN} > V_{TH-}$ sont remplies lorsque V_{IN} a dépassé V_{TH+}. La sortie niveau logique haut sur la broche 6 ne se produira que si les conditions $V_{IN} \leqslant V_{HT-}$ et que la variation de $V_{IN} < V_{HT+}$ lorsque V_{IN} est descendu au-dessous de V_{TH-}.
15. Les tensions en alternatif sont des tensions instantanées.
16. Le dispositif est considéré comme ayant deux pôles : les broches 1, 2, 3 et 4 reliées ensemble, les broches 5, 6, 7 et 8 reliées ensemble.
17. Il s'agit d'un test destiné à ratifier la norme UL de 220 Vca.

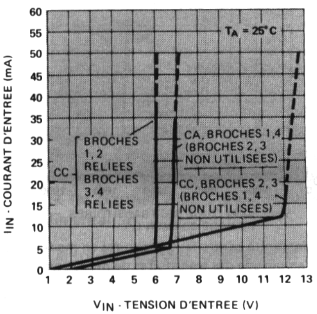


FIGURE 1 — Caractéristiques d'entrée typiques I_{IN} en fonction de V_{IN}

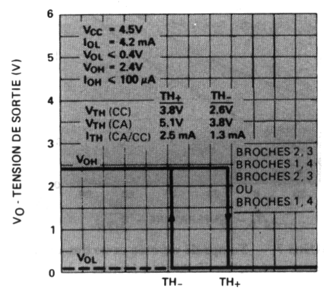


FIGURE 2 — Caractéristiques de transfert typiques (tension ca, valeur instantanée)

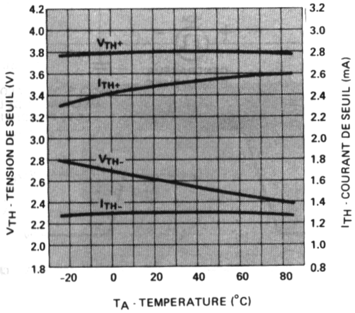


FIGURE 3 — Niveaux de seuil typiques en fonction de la température

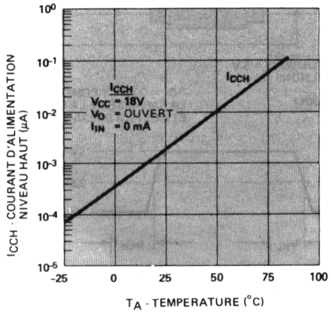


FIGURE 4 — Courant d'alimentation typique au niveau haut, I_{CCH}, en fonction de la température

PHOTOCOUPLEURS

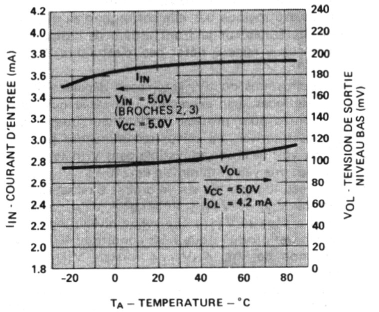


FIGURE 5 — Courant d'entrée I_{IN} et tension de sortie niveau bas V_{OL} typiques en fonction de la température

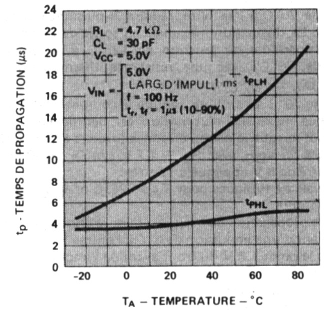


FIGURE 6 — Temps de propagation typique en fonction de la température

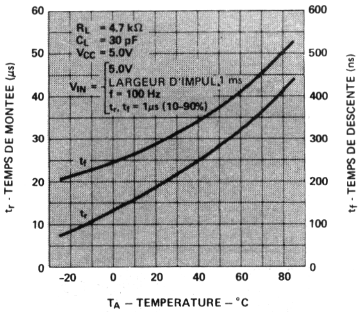


FIGURE 7 — Temps de montée et de descente typiques en fonction de la température

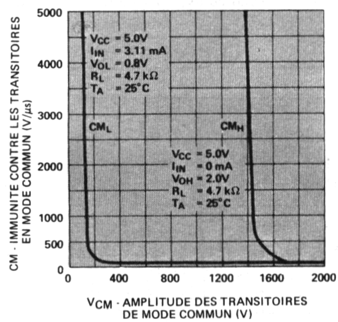


FIGURE 8 — Immunité contre les transitoires en mode commun en fonction de l'amplitude des transitoires de mode commun

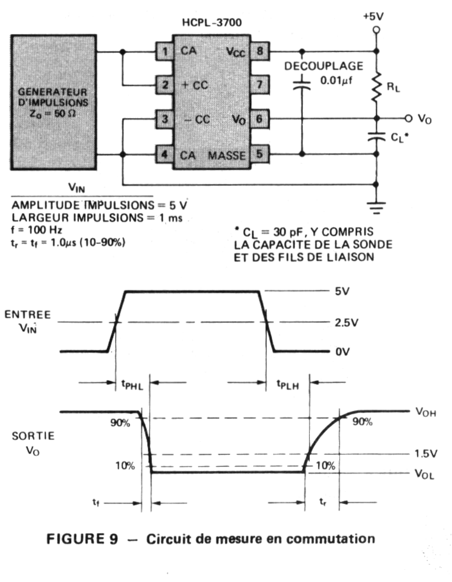


FIGURE 9 — Circuit de mesure en commutation

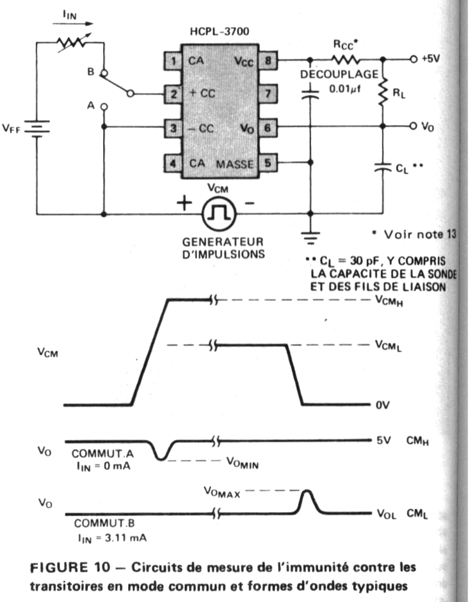


FIGURE 10 — Circuits de mesure de l'immunité contre les transitoires en mode commun et formes d'ondes typiques

Caractéristiques électriques

Le HCPL-3700 est compensé en température, ses seuils de courant et de tension sont réglables par une résistance extérieure R_X . A une valeur déterminée $V\pm$ de la tension de seuil, correspond une valeur typique de R_X que l'on peut soit relever sur les courbes de la figure 11, soit calculer à partir de l'équation (1). L'obtention simultanée des niveaux de tension de seuil $V+$ et $V-$ se fait en utilisant les résistances R_X et R_P de la figure 12, leur calcul s'effectuant grâce aux équations (2) et (3).

R_X fournit une protection complémentaire contre les surcourants en limitant le courant d'entrée pendant les transitoires. Il est possible en combinant correctement R_X et R_P d'utiliser un HCPL-3700 pour faire passer dans les contacts du commutateur ou du relais qu'il est chargé de surveiller, un courant d'auto-nettoyage suffisant pour assurer leur fiabilité.

Le choix du niveau d'écrêtage de la tension d'entrée dépend essentiellement de l'usage auquel le HCPL-3700 est destiné (voir figure 1). Il est recommandé d'utiliser dans la mesure du possible de faibles niveaux pour réduire à la fois la dissipation dans les circuits et la DEL et la dégradation de cette dernière dans le temps.

Lorsque dV_{CM}/dt rsique d'atteindre de très fortes valeurs (décharges statiques, par exemple), une résistance R_{CC}, connectée en série dans le circuit d'alimentation, entre V_{CC} et la broche 8, protège le détecteur intégré de la destruction. Pour calculer R_{CC}, se reporter à la note 13. Un condensateur de découplage (disque céramique) de 0,01 μF doit être monté entre les broches 8 et 5 pour réduire les effets de bruit de l'alimentation.

L'interface entre des signaux alternatifs et des systèmes à niveaux TTL peut être réalisé en installant en sortie un filtre passe bas constitué par une résistance de charge de 1,5 kΩ et un condensateur de 20 μF. Il est alors nécessaire de faire suivre le HCPL-3700 par une porte à bascule de Schmitt qui assure la remise en forme des signaux, pour éviter les problèmes d'instabilité lorsque les temps d'établissement sont lents.

Il est possible d'utiliser indifféremment l'entrée CA (broches 1 et 4) ou CC (broches 2 et 3) pour déterminer les niveaux de seuil.

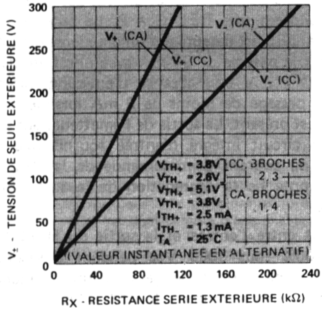


FIGURE 11 — Caractéristiques typiques de seuil extérieur $V\pm$ en fonction de R_X

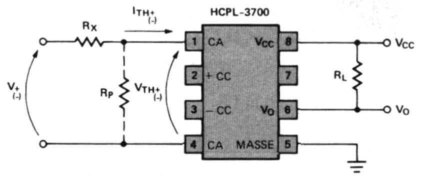


FIGURE 12 — Réglage du niveau de tension de seuil extérieur

Pour définir un seul niveau de seuil $V+$ ou $V-$, R_X se calcule sans faire mention de R_P à l'aide de l'équation (1).

$$R_x = \frac{V_{\underset{(-)}{+}} - V_{TH\underset{(-)}{+}}}{I_{TH\underset{(-)}{+}}} \quad (1)$$

Les équations (2) et (3) permettent de définir les niveaux de seuil extérieurs $V+$ et $V-$ à l'aide des résistances R_X et R_P sous réserve que les deux conditions suivantes soient remplies :

- Si le dénominateur de l'équation (2) est positif, alors :

$$\frac{V_+}{V_-} \geq \frac{V_{TH+}}{V_{TH-}} \quad \text{et} \quad \frac{V_+ - V_{TH+}}{V_- - V_{TH-}} < \frac{I_{TH+}}{I_{TH-}}$$

- Inversement, si le dénominateur de l'équation (2) est négatif, alors :

$$\frac{V_+}{V_-} \leq \frac{V_{TH+}}{V_{TH-}} \quad \text{et} \quad \frac{V_+ - V_{TH+}}{V_- - V_{TH-}} > \frac{I_{TH+}}{I_{TH-}}$$

$$R_x = \frac{V_{TH-}\,(V_+) - V_{TH+}\,(V_-)}{I_{TH+}\,(V_{TH-}) - I_{TH-}\,(V_{TH+})} \quad (2)$$

$$R_p = \frac{V_{TH-}\,(V_+) - V_{TH+}\,(V_-)}{I_{TH+}\,(V_- - V_{TH-}) + I_{TH-}\,(V_{TH+} - V_+)} \quad (3)$$

Pour plus d'information, se reporter à la note d'applications 1004.

PHOTOCOUPLEURS

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

EMETTEUR A BOUCLE DE COURANT 20 mA A COUPLAGE OPTIQUE

HCPL-4100

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

SCHEMA

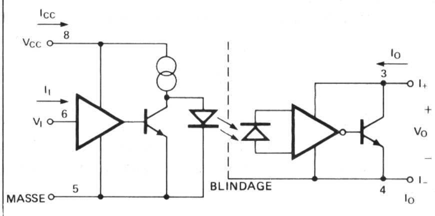
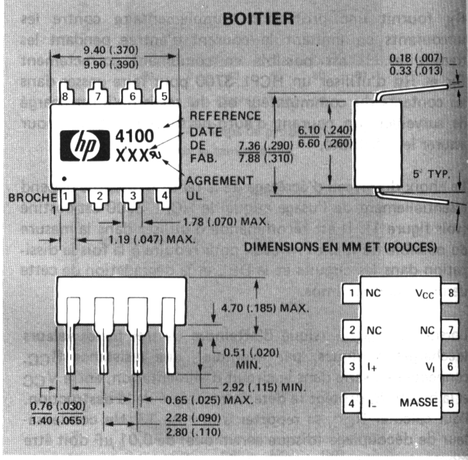


TABLEAU DE VERITE (LOGIQUE POSITIVE)*

V_I	V_{CC}	I_O
H	1	H
L	1	L
H	0	H
L	0	H

* CONVENTION DE LA BOUCLE DE COURANT - H = SIGNAL : $I_O \geq 12$ mA, L = ESPACE : $I_O \leq 2$ mA.

BOITIER



Caractéristiques

- BOUCLE DE COURANT 20 mA A PARAMETRES GARANTIS
- ENTREE DES DONNEES COMPATIBLES LSTTL, TTL ET CMOS
- PERFORMANCES GARANTIES ENTRE 0°C ET 70°C
- BLINDAGE INTERNE FAVORISANT UNE TRES BONNE REJECTION EN MODE COMMUN
- DEBIT BINAIRE : 20 KBauds SUR UNE LIGNE DE 400 METRES
- NIVEAUX DE COURANT DE SORTIE EN/HORS GARANTIS
- AGREMENT UL (DOSSIER NUMERO E55361)
- TENSION D'ISOLEMENT : 3000 Vcc
- EGALEMENT DISPONIBLE : RECEPTEUR A BOUCLE DE COURANT 20 mA A COUPLAGE OPTIQUE, HCPL-4200

Applications

- MISE EN OEUVRE D'UN EMETTEUR ISOLE A BOUCLE DE COURANT 20 mA DANS :
  - les périphériques de systèmes informatiques
  - l'équipement de commande industriel
  - l'équipement de transmission de données

Description

Le photocoupleur HCPL-4100 est conçu pour travailler comme émetteur dans des équipements comportant une boucle de courant 20 mA. Traditionnellement, les systèmes à boucle de courant 20 mA signalent un état logique haut en transmettant 20 mA de courant de boucle (SIGNAL) et un état bas en ne laissant pas passer un courant de boucle (ESPACE). Le couplage optique du signal de la boucle de courant 20 mA de l'entrée logique à la boucle 20 mA coupe les boucles de masse et garantit une très bonne réjection en mode commun.

L'entrée des données du HCPL-4100 est compatible avec les portes logiques LSTTL, TTL et CMOS. Les circuits intégrés d'entrée pilotent une DEL GaAsP. Le faisceau lumineux émis par la DEL est détecté par un deuxième circuit intégré qui permet le passage de 20 mA avec une fuite de tension inférieure à 2,7 V en l'absence d'émission lumineuse et permet le passage de moins de 2 mA lorsque le faisceau lumineux est présent. La sortie de l'émetteur peut supporter 27 V. Le circuit intégré d'entrée fournit une quantité contrôlée de courant de commande de la DEL tout en tenant compte de la dégradation de la sortie lumineuse de la DEL.

L'isolement entre l'entrée et la sortie du HCPL-4100 est testé à 100% sous 3000 Vcc pendant 5 secondes. Le blindage interne permet de garantir une immunité aux transitoires en mode commun de 1000 V/µs.

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,5	20	V
Tension d'entrée basse	V_{IL}	0	0,8	V
Tension d'entrée haute	V_{IH}	2	20	V
Température de fonctionnement	T_A	0	70	°C
Tension de sortie	V_O	0	27	V
Courant de sortie	I_O	0	24	mA

Valeurs limites absolues

(pas de correction jusqu'à 55°C)

Température de stockage .... – 55°C à 125°C
Température de fonctionnement .... – 40°C à 85°C
Température de soudage
des conducteurs .... 260°C pendant 10 s
(1,6 mm au-dessous du plan d'assise)
Tension d'alimentation - V_O .... 0 à 20 V
Courant moyen à la sortie - I_O ...... – 30 mA à 30 mA
Crête du courant de sortie - I_O ..... à limitation interne
Tension de sortie - V_O .... – 0,4 V à 27 V
Tension d'entrée - V_I .... – 0,5 V à 20 V
Dissipation à l'entrée - P_I .... 265 mW (1)
Dissipation à la sortie - P_O .... 125 mW (2)
Dissipation totale - P .... 360 mW (3)

Caractéristiques électriques

pour 0°C ⩽ T_A ⩽ 70°C, 4,5 V ⩽ V_{CC} ⩽ 20 V sauf indications contraires toutes les valeurs typiques sont portées à T_A = 25°C et V_{CC} = 5 V

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure		Fig.	Note
Tension de sortie pour l'état signal	V_{MO}		1,8 2,2 2,35	2,25 2,5 2,7	V V V	I_O = 2 mA I_O = 12 mA I_O = 20 mA	V_I = 2 V	1, 2	
Courant de sortie en court-circuit pour l'état signal	I_{SC}	30	85		mA	V_I = 2 V, V_O = 5 V à 27 V			4
Courant de sortie pour l'état espace	I_{SO}		1,1	2	mA	V_I = 0,8 V, V_O = 27 V		3	
Courant d'entrée de niveau bas	I_{IL}		–0,12	–0,32	mA	V_{CC} = 20 V, V_I = 0,4 V			
Tension d'entrée de niveau bas	V_{IL}			0,8	V				
Tension d'entrée de niveau haut	V_{IH}	2			V				
Courant d'entrée de niveau haut	I_{IH}		 0,005	20 100 250	µA µA µA	V_I = 2,7 V V_I = 5,5 V V_I = 20 V			
Courant d'alimentation	I_{CC}		7 7,8	11,5 13	mA mA	V_{CC} = 5,5 V V_{CC} = 20 V	0 V ⩽ V_I ⩽ 20 V		
Courant de fuite d'isolement d'E/S	$I_{I\text{-}O}$			1	µA	Humidité relative = 45% T_A = 25°C, $V_{I\text{-}O}$ = 3000 Vcc, t = 5 s			5,6
Résistance d'E/S	$R_{I\text{-}O}$		10^{12}		Ω	$V_{I\text{-}O}$ = 500 Vcc			5
Capacité d'E/S	$C_{I\text{-}O}$		1		pF	f = 1 MHz, $V_{I\text{-}O}$ = 0 Vcc			5

Notes :

1. Corriger linéairement au-dessus d'une température de l'air libre de 55°C à raison de 3,8 mW/°C. Une application adéquate des facteurs de réduction évite que la température de jonction du CI dépasse 125°C pour une température ambiante de 85°C.
2. Corriger linéairement au-dessus d'une température de l'air libre de 70°C à raison de 2,3 mW/°C. Une puissance importante peut être dissipée dans le circuit de sortie du HCPL-4100 au cours de la transition de l'état ESPACE à l'état SIGNAL pendant la conduite d'une charge capacitive ou d'une ligne de transmission de données. La dissipation moyenne pendant la transition peut être estimée à l'aide de l'équation suivante qui tient compte d'une charge capacitive : $P = I_{SC}(V_{SO} + V_{MO})/2$. La durée de cette transition peut être estimée à $t = C_{OUT}(V_{SO} - V_{MO})/I_{SC}$. Pour les applications typiques de conduite de paires torsadées de lignes de transmission avec des données NRZ (voir figure 11), la transition représente moins de 10% de la durée d'un bit.
3. Corrigier linéairement au-dessus d'une température de l'air libre de 55°C à raison de 5,1 mW/°C.
4. Le courant maximal circulant dans la sortie à l'état SIGNAL (I_{SC}) est limité de façon interne pour protéger le dispositif. La durée du court-circuit de la sortie ne dépasse pas 10 ms.
5. Le dispositif est considéré comme une unité à deux bornes, les broches 1, 2, 3 et 4 étant reliées ensemble et les broches 5, 6, 7 et 8 étant aussi reliées ensemble.
6. Ce test est une vérification destinée à valider le classement 220 Vca de UL.

Caractéristiques de commutation

pour 0°C ⩽ T_A ⩽ 70°C, 4,5 V ⩽ V_{CC} ⩽ 20 V sauf indications contraires toutes les valeurs typiques sont portées à T_A = 25°C et V_{CC} = 5 V

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation jusqu'au niveau de sortie haut logique	t_{PLH}		0,3	1,6	µs	C_O = 1000 pF, C_L = 15 pF, I_O = 20 mA	4, 5, 6	7
Temps de propagation jusqu'au niveau de sortie bas logique	t_{PHL}		0,2	1	µs	C_O = 1000 pF, C_L = 15 pF, I_O = 20 mA	4, 5, 6	8
Distorsion du temps de propagation	t_{PLH}-t_{PHL}		0,1		µs	I_O = 20 mA		
Temps de montée en sortie (10-90%)	t_r		16		ns	I_O = 20 mA, C_O = 1000 pF, C_L = 15 pF	5, 7	9
Temps de descente en sortie (90-10%)	t_f		23		ns	I_O = 20 mA, C_O = 1000 pF, C_L = 15 pF	5, 7	10
Immunité aux transitoires en mode commun au niveau de sortie haut logique	CM_L	-1000	-10000		V/µs	V_I = 2 V, T_A = 25°C V_{CM} = 50 V (crête), V_{CC} = 5 V I_O (min.) = 12 mA	8, 9, 10	11
Immunité aux transitoires en mode commun au niveau de sortie bas logique	CM_H	1000	10000		V/µs	V_I = 0,8 V, T_A = 25°C V_{CM} = 50 V (crête), V_{CC} = 5 V I_O (max.) = 3 mA	8, 9, 10	12

Notes :

7. Le retard de propagation t_{PLH} est mesuré entre le niveau 1,3 V du front avant de l'impulsion d'entrée et le niveau 10 mA du front avant de l'impulsion de sortie.
8. Le retard de propagation t_{PHL} est mesuré entre le niveau 1,3 V du front arrière de l'impulsion d'entrée et le niveau 10 mA du front arrière de l'impulsion de sortie.
9. Le temps de montée, t_r, est mesuré entre les niveaux 10 et 90% du front de montée de l'impulsion de courant de sortie.
10. Le temps de descente, t_f, est mesuré entre les niveaux 90 et 10% du front de descente de l'impulsion de courant de sortie.
11. L'immunité aux transitoires en mode commun au niveau haut logique est la valeur maximale (positive dV_{CM}/dt sur le front avant de l'impulsion en mode commun V_{CM} qui peut être soutenu lorsque la tension de sortie est à l'état SIGNAL («H») (c'est-à-dire, $I_O > 12$ mA).
12. L'immunité aux transitoires en mode commun au niveau bas logique est la valeur maximale (négative) dV_{CM}/dt sur le front arrière de l'impulsion en mode commun V_{CM} qui peut être soutenu lorsque la tension de sortie est à l'état ESPACE («L») (c'est-à-dire, $I_O < 3$ mA).

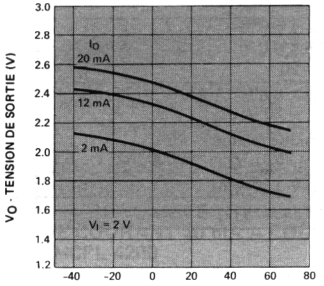


FIGURE 1 — Tension de sortie à l'état SIGNAL en fonction de la température

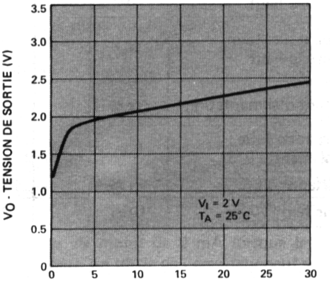


FIGURE 2 — Tension de sortie en fonction du courant de sortie à l'état SIGNAL

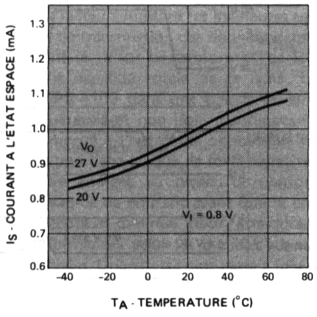


FIGURE 3 — Courant de sortie à l'état ESPACE en fonction de la température

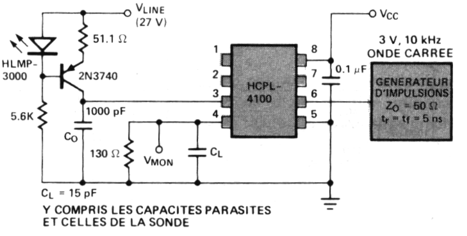


FIGURE 4 — Circuit de mesure de t_{PLH}, t_{PHL}, t_r et t_f

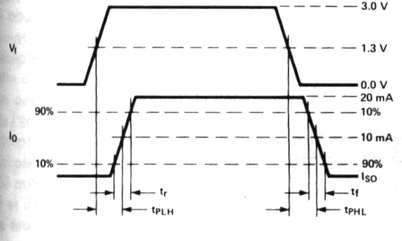


FIGURE 5 — Formes d'ondes pour t_{PLH}, t_{PHL}, t_r et t_f

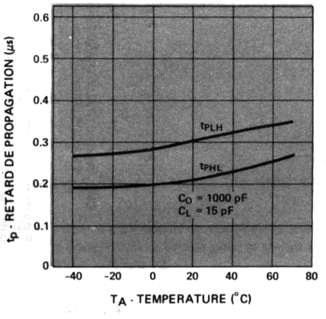


FIGURE 6 — Retard de propagation en fonction de la température

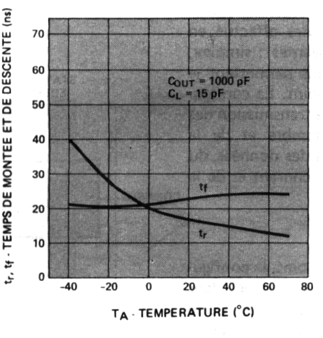


FIGURE 7 — Temps de montée et de descente en fonction de la température

PHOTOCOUPLEURS

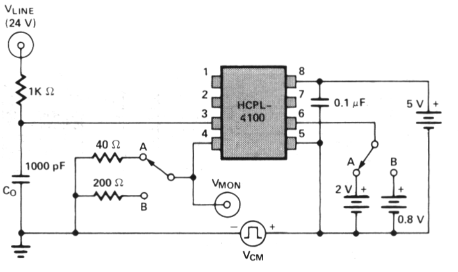


FIGURE 8 — Circuit de mesure de l'immunité aux transitoires en mode commun

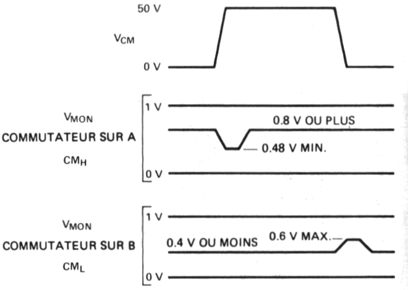


FIGURE 9 — Formes d'ondes de l'immunité aux transitoires en mode commun

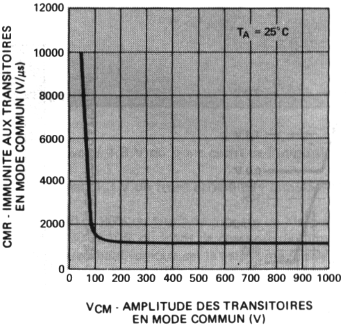


FIGURE 10 — Immunité des transitoires en mode commun en fonction de l'amplitude des transitoires en mode commun

Applications

Le transfert de données entre des équipements comportant des circuits à boucle de courant peut être effectué en utilisant une des trois configurations suivantes : simplex, semi-duplex ou duplex. Ces configurations permettent le montage de type point à point ou multipoint. La configuration la mieux adaptée dépend du taux de transmission des données, du nombre de stations, du nombre et de la longueur des lignes, du sens de circulation des données, du protocole, de la position de la source de courant et de la valeur de conformité de la tension, etc.

SIMPLEX

Qu'elle soit du type point à point ou multipoint, la configuration en simplex permet la circulation des données dans un seul sens, du ou des émetteurs au récepteur. Cette configuration est la plus simple pour les lignes bifilaires de grande longueur, grandes vitesses de transmission de données et les applications à un taux de conformité de la source de bas courant. La figure 11 est un synoptique de montage simplex en point à point de l'émetteur HCPL-4100 à photocoupleur.

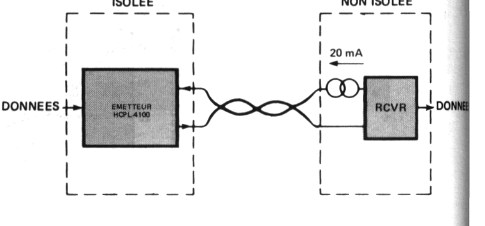


FIGURE 11 — Configuration de systèmes simplex à boucle de courant en mode point à point

Les principaux facteurs limitant les meilleures performances pour la vitesse de transmission des données dans une boucle en simplex sont la valeur de conformité de la tension de la boucle et la capacité totale de la ligne. L'emploi de l'émetteur HCPL-4100 dans une boucle en simplex exige qu'un récepteur actif et non isolé (contenant la source de courant) soit monté à l'extrémité opposée de la boucle de courant. Avec une ligne longue, la forte capacité correspondante doit être chargée au niveau de conformité de la tension de la source de courant avant que le courant de la boucle du récepteur diminue pour atteindre zéro. Ceci limite les performances pour les grandes vitesses de transmission de données. Une vitesse plus lente a lieu en présence de valeurs de conformité de la tension plus grandes. Le niveau maximal de conformité est déterminé par la caractéristique de rupture de l'émetteur. De plus, une conformité appropriée de la source de courant doit exister pour les chutes de tension dans la ou les stations pendant l'état SIGNAL dans les applications multipoint avec des lignes longues.

Dans les applications en simplex multipoint, avec des émetteurs HCPL-4100 et un récepteur actif non isolé, la priorité des émetteurs doit être établie.

Un circuit récepteur actif non isolé recommandé, susceptible d'être utilisé avec le HCPL-4100, dans les applications à boucle de courant 20 mA en point à point ou en multipoint, est présenté à la figure 12. Le niveau de courant du récepteur actif non isolé doit être choisi correctement afin d'assurer une immunité convenable aux bruits et pour ne pas détecter le courant de l'état ESPACE (polarisation) de l'émetteur HCPL-4100. Le niveau de courant d'entrée du récepteur est VF/Rth = 10 mA. Une source de courant simple à transistor donne un courant nominal de boucle de 20 mA sur une bande de conformité de Vcc comprise entre 6 et 27 Vcc. Une résistance peut être utilisée à la place de la source de courant constant pour les applications simples dans lesquelles la distance de la boucle conductrice et le nombre de stations de cette boucle sont fixes. La capacité minimale de la charge de sortie de l'émetteur doit être de 1000 pF entre les broches 3 et 4 pour garantir une stabilité absolue.

La longueur de la boucle de courant (une direction) par rapport à la tension continue d'alimentation minimale requise, V_{CC}, du circuit de la figure 12, est illustrée graphiquement à la figure 13. Les configurations multipoint exigent une tension V_{CC} plus importante que celle qui peut être déduite de la figure 13, afin de tenir compte des chutes de tension des autres stations.

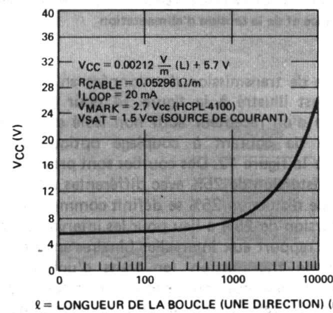


FIGURE 13 — Tension d'alimentation minimale requise en fonction de la longueur de la boucle pour le circuit à boucle de courant de la figure 12

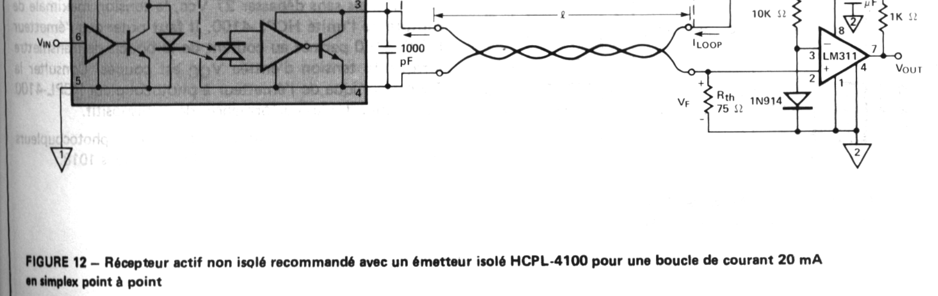


FIGURE 12 – Récepteur actif non isolé recommandé avec un émetteur isolé HCPL-4100 pour une boucle de courant 20 mA en simplex point à point

PHOTOCOUPLEURS

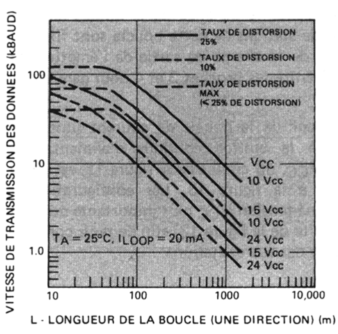


FIGURE 14 — Vitesse de transmission des données en fonction de la distance et de la tension d'alimentation

La vitesse de transmission des données en fonction de la distance est illustré à la figure 14 pour la combinaison constituée d'un récepteur actif non isolé et de l'émetteur à boucle de courant à couplage optique HCPL-4100 présenté à la figure 12. Des courbes sont présentées pour le taux de distorsion de 25% avec différentes valeurs de V_{CC}. Le taux de distorsion 25% se définit comme le taux auquel une distorsion de 25% a lieu pour les intervalles binaires en sortie par rapport aux intervalles binaires en entrée. Le test maximal de transmission (en traits d'union) est limité par les caractéristiques du dispositif. Une forme d'onde de test d'entrée sans retour à zéro composée de 16 bits (0000001011111101) a été utilisée pour mesurer les taux de distorsion des données. Comme il apparaît à la figure 14, le système à boucle présente une meilleure vitesse de transmission lorsque le niveau de la tension d'alimentation V_{CC} est plus faible. De plus, lorsque le courant de la boucle est fourni par une résistance au lieu d'une source de courant, une résistance série complémentaire d'extrémité égale à l'impédance caractéristique de la ligne peut être utilisée à l'extrémité de l'émetteur HCPL-4100 pour améliorer de 20% environ la vitesse de réponse.

Le câble utilisé était constitué de 5 paires torsadées non blindées de fil 22 AWG (Dearborn 862205). La boucle de courant présentait une valeur nominale de 20 mA. Les tensions d'alimentation des logiques d'entrée et de sortie étaient de 5 Vcc.

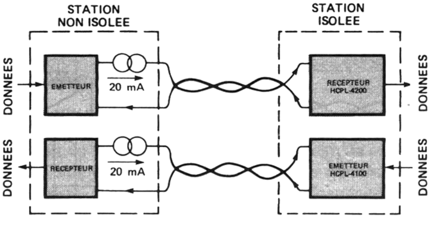


FIGURE 15 — Configuration d'un système à boucle de courant point à point en duplex

DUPLEX

La liaison point à point en duplex de la figure 15 est constituée d'un système quadrifilaire assurant la transmission bidirectionnelle simultanée des données entre des équipements locaux et à distance. L'application de base utilise deux boucles simplex en point à point composées de deux unités distinctes, actives et non isolées disposées à une extrémité commune des boucles. L'autre extrémité de chaque boucle est isolée.

Comme il apparaît à la figure 15, la combinaison des photocoupleurs à boucle de courant Hewlett-Packard - un émetteur HCPL-4100 et un récepteur HCPL-4200 - peut être mise en oeuvre à l'extrémité isolée des boucles de courant. La diaphonie et le couplage en mode commun sont fortement réduits lorsque l'isolement optique est utilisé à la même extrémité des deux boucles, comme il apparaît à la figure. La vitesse de transmission des données en duplex est limitée par la boucle de courant du récepteur actif non isolé. Les commentaires énoncés pour la configuration en simplex s'appliquent au duplex. Pour connaître les performances des dispositifs spécifiés, il faut se reporter à la fiche technique du récepteur HCPL-4200 à photocoupleur.

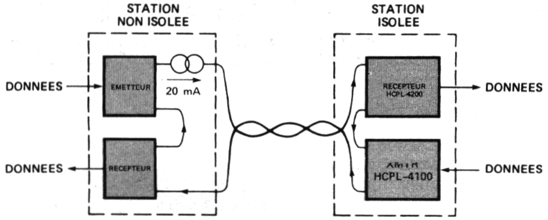
CONFIGURATION EN SEMI-DUPLEX

Qu'elle soit en point à point ou en multipoint, cette configuration assure la circulation bidirectionnelle non-simultanée des données entre les émetteurs et les récepteurs des figures 16a et 16b. Cette configuration permet d'utiliser les deux conducteurs pour transporter des données d'équipements locaux à des unités à distance ou de ces dernières à des équipements locaux. Toutefois, un protocole doit être utilisé pour spécifier quel émetteur peut travailler à un moment donné. La vitesse maximale de transmission des données d'un système en semi-duplex est limité par le temps de charge du courant de boucle. Ces aspects ont été expliqués au paragraphe consacré à la configuration en simplex.

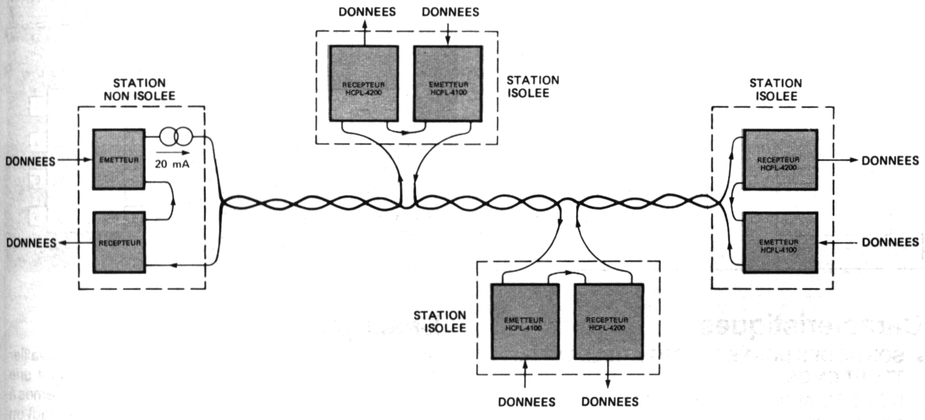
Les figures 16a et 16b illustrent l'utilisation en semi-duplex pour une combinaison de photocoupleurs HCPL-4100/-4200. La conception unique et complémentaire de l'émetteur HCPL-4100 et du récepteur HCPL-4200 se traduit par de nombreux avantages incorporés. Par exemple, l'isolement optique total à une extrémité de la boucle de courant est facile à réaliser et permet une suppression importante des influences en mode commun, des différences du potentiel de masse et une diminution des besoins en énergie électrique. Avec cette combinaison des HCPL-4100/-4200, une immunité spécifique au bruit de la boucle est assurée, c'est-à-dire que l'immunité minimale au bruit à l'état ESPACE est de 1 mA et que cette immunité est de 8 mA à l'état SIGNAL.

La conformité de tension de la source de courant doit être d'un niveau approprié pour piloter toutes les unités de la boucle, mais sans dépasser 27 Vcc, la tension maximale de rupture de l'unité HCPL-4100. Il faut noter que l'émetteur HCPL-4100 permet au courant de la boucle de transmettre lorsque la tension d'entrée V_{CC} est coupée. Consulter la fiche technique de l'émetteur à photocoupleur HCPL-4100 pour connaître les performances de ce dispositif.

Pour plus d'informations sur les photocoupleurs HCPL-4100/-4200, voir la note d'applications 1018.



(a) POINT A POINT



(b) MULTIPOINT

FIGURE 16 – Configuration en semi-duplex d'un système à boucle de courant en mode point à point (a) et multipoint (b)

RECEPTEUR A BOUCLE DE COURANT 20 mA A COUPLAGE OPTIQUE

HCPL-4200

FICHE TECHNIQUE JANVIER 84

SCHEMA

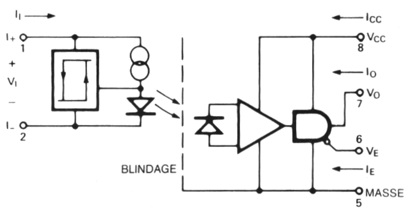
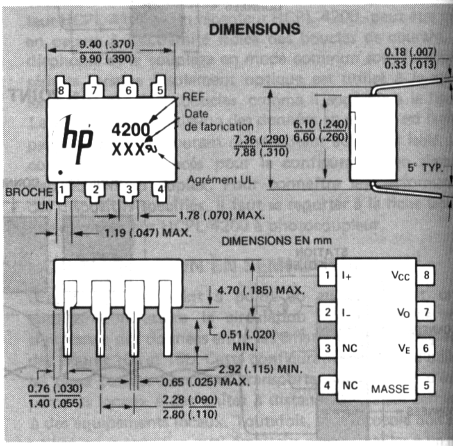


TABLEAU DE VERITE (LOGIQUE POSITIVE)*

I_I	V_E	V_O
H	H	Z
L	H	Z
H	L	H
L	L	L

* CONVENTION DE LA BOUCLE DE COURANT H = SIGNAL : $I_I \geq 12$ mA ; L = ESPACE : $I_I \leq 3$ mA ; Z = HORS SERVICE (HAUTE IMPEDANCE)



Caractéristiques

- **SORTIE DES DONNEES COMPATIBLE LSTTL, TTL ET CMOS**
- **DEBIT BINAIRE : 20K BAUDS SUR UNE LIGNE DE 1400 METRES**
- **PERFORMANCES GARANTIES ENTRE 0 ET 70°C**
- **SEUILS EN/HORS GARANTIS**
- **DEL PROTEGEE DES SURINTENSITES**
- **HYSTERESIS DE SEUIL A L'ENTREE**
- **SORTIE TROIS ETATS COMPATIBLE AVEC LES BUS DE TRANSMISSION DE DONNEES**
- **BLINDAGE INTERNE FAVORISANT UNE TRES BONNE REJECTION EN MODE COMMUN**
- **AGREMENT UL (DOSSIER N° E55361)**
- **TENSION D'ISOLEMENT 3000V cc**
- **EGALEMENT DISPONIBLE : HCPL-4100, EMETTEUR A BOUCLE DE COURANT 20 mA A COUPLAGE OPTIQUE**

Applications

- **MISE EN ŒUVRE D'UN RECEPTEUR ISOLE A BOUCLE DE COURANT 20 mA DANS :**
  Les périphériques de systèmes informatiques
  L'équipement de commande industriel
  L'équipement de transmission de données

Description

Le photocoupleur HCPL-4200 est conçu pour travailler comme récepteur dans des équipements comportant une boucle de courant 20 mA. Traditionnellement, les systèmes à boucle de courant 20 mA signalent un état logique haut en transmettant 20 mA de courant de boucle (SIGNAL) et un état bas en ne laissant pas passer un courant de boucle (ESPACE) dépassant quelques milliampères. Le couplage optique du signal de la boucle de courant 20 mA à la sortie logique interrompt les boucles de masse et garantit une très bonne réjection en mode commun. Le HCPL-4200 facilite le processus de conception en permettant au technicien de disposer de seuils garantis pour les états logiques hauts et logiques bas pour la boucle de courant, constituant une interface logique compatible LSTTL, TTL ou CMOS et assurant une bonne réjection en mode commun. Le circuit tampon du côté boucle de courant du HCPL-4200 fournit typiquement un hystérésis de 0,8 mA qui accroît l'immunité aux bruits en mode commun et en mode différentiel. Le tampon fournit également une quantité contrôlée de courant de commande de la DEL tout en tenant compte de la dégradation de la sortie lumineuse de la DEL.

L'isolement entre l'entrée et la sortie du HCPL-4200 est testé à 100 % sous 3000 V cc pendant 5 secondes. Le blindage interne permet de garantir une immunité aux transitoires en mode commun de 1000 V/µs.

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité
Tension d'alimentation	Vcc	4,5	20	volts
Courant direct à l'entrée (Espace)	Isi	0	2	mA
Courant direct à l'entrée (Signal)	I_{MI}	14	24	mA
Température de fonctionnement	T_A	0	70	°C
Sortance	N	0	4	Charge TTL
Tension de validation logique bas	V_{EL}	0	0,8	volts
Tension de validation logique haut	V_{EH}	2	20	volts

Valeurs limites absolues

(Pas de corrections jusqu'à 70°C)

Température de stockage .... −55 à +125°C
Température de fonctionnement .... −40°C à + 85°C
Température de soudage des conducteurs ..... 260°C pendant 10 secondes (1,6 mm en dessous du plan d'assise)
Tension d'alimentation — V_{cc} .... 0V à 20V
Courant moyen à l'entrée — I_i .... −30 mA à +30 mA
Crête de transitoire de courant à l'entrée — I_i .... 0,5 A (1)
Tension de validation à l'entrée — V_E .... −0,5 à +20V
Tension de sortie — V_O .... −0,5 à +20V
Courant moyen de sortie — I_O .... 25 mA
Dissipation à l'entrée — P_I .... 90 mW (2)
Dissipation en sortie — P_O .... 210 mW (3)
Dissipation totale — P .... 255 mW (4)

Caractéristiques électriques

Pour $0°C \leq T_A \leq 70°C$, $4{,}5V \leq V_{CC} \leq 20V$, $V_E = 0{,}8$ V ; sauf indication contraire, toutes les valeurs typiques sont pour $T_A = 25°C$ et $V_{CC} = 5V$

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure		Fig.	Note
Courant d'entrée pour l'état signal	I_{MI}	12			mA			1, 2, 3	
Tension d'entrée pour l'état signal	V_{MI}		2,52	2,75	volts	$I_I = 20$ mA	V_E = indifférent	3, 4	
Courant d'entrée pour l'état intervalle	I_{SI}			3	mA			1, 2, 3	
Tension d'entrée pour l'état intervalle	V_{SI}		1,6	2,2	volts	$I_I = 2$ mA	V_E = indifférent	1, 3	
Courant d'hystérésis à l'entrée	I_{HYS}	0,3	0,8		mA			1	
Tension de sortie basse logique	V_{OL}			0,5	volts	$I_{OL} = 6{,}4$ mA (4 portes TTL) $I_i = 3$ mA		5	
Tension de sortie haute logique	V_{OH}	2,4			volts	$I_{OH} = -2{,}6$ mA,	$I_I = 12$ mA	6	
Courant de fuite en sortie ($V_{OUT} > V_{CC}$)	I_{OHH}			100	µA	$V_O = 5{,}5$ V	$I_I = 20$ mA, $V_{CC} = 4{,}5$ V		
				500	µA	$V_O = 20$ V			
Tension de validation logique haut	V_{EH}	2			volts				
Tension de validation logique bas	V_{EL}			0,8	volts				
Courant de validation logique haut	I_{EH}			20	µA	$V_E = 2{,}7$ V			
				100	µA	$V_E = 5{,}5$ V			
			0,004	250	µA	$V_E = 20$ V			
Courant de validation logique bas	I_{EL}			-0,32	mA	$V_E = 0{,}4$ V			
Courant d'alimentation bas logique	I_{CCL}		4,5	6	mA	$V_{CC} = 5{,}5$ V	$I_I = 0$ mA		
			5,25	7,5	mA	$V_{CC} = 20$ V	V_E = indifférent		
Courant d'alimentation haut logique	I_{CCH}		2,7	4,5	mA	$V_{CC} = 5{,}5$ V	$I_I = 20$ mA		
			3,1	6	mA	$V_{CC} = 20$ V	V_E = indifférent		
Courant de sortie état haute impédance	I_{OZL}			-20	µA	$V_O = 0{,}4$ V	$V_E = 2$ V, $I_i = 20$ mA		
	I_{OZH}			20	µA	$V_O = 2{,}4$ V	$V_E = 2$ V, $I_I = 0$ mA		
				100	µA	$V_O = 5{,}5$ V			
				500	µA	$V_O = 20$ V			
Courant de sortie logique bas en court circuit	I_{OSL}	25			mA	$V_O = V_{CC} = 5{,}5$ V	$I_I = 0$ mA		5
		40			mA	$V_O = V_{CC} = 20$ V			
Courant de sortie logique haut en court circuit	I_{OSH}	-10			mA	$V_{CC} = 5{,}5$ V	$I_I = 20$ mA		5
		-25			mA	$V_{CC} = 20$ V	V_O = MASSE		
Courant de fuite de l'isolement E/S	I_{I-O}			1	µA	$V_{I-O} = 3000$ V dc, $T_A = 25°C$, t = 5s, Humidité relative = 45 %			6,7
Résistance d'E/S	R_{I-O}		10^{12}		ohms	$V_{I-O} = 500$ V dc			6
Capacité d'E/S	C_{I-O}		1		pF	f = 1 MHz, $V_{I-O} = 0$ V dc			6
Capacité d'entrée	C_{IN}		120		pF	f = 1 MHz, $V_I = 0$ V, Broches 1 et 2			

Caractéristiques de commutation

Pour $0°C \leq T_A \leq 70°C$, $4{,}5V \leq V_{CC} \leq 20V$, $V_E = 0{,}8$ V ; sauf indication contraire, toutes les valeurs typiques sont pour $T_A = 25°C$ et $V_{CC} = 5V$

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation jusqu'au niveau de sortie haut logique	t_{PLH}		0,23	1,6	µs	$V_E = 0$ V, $C_L = 15$ pF	7, 8, 9	8
Temps de propagation jusqu'au niveau de sortie bas logique	t_{PHL}		0,17	1	µs	$V_E = 0$ V, $C_L = 15$ pF	7, 8, 9	9
Distorsion du temps de propagation	t_{PLH}-t_{PHL}		60		ns	$I_I = 20$ mA, $C_L = 15$ pF	7, 8, 9	
Temps de validation de sortie jusqu'au niveau bas logique	t_{PZL}		25		ns	$I_I = 0$ mA, $C_L = 15$ pF	11, 12, 14	
Temps de validation de sortie jusqu'au niveau haut logique	t_{PZH}		28		ns	$I_I = 20$ mA, $C_L = 15$ pF	11, 12, 13	
Temps d'invalidation de sortie à partir du niveau bas logique	t_{PLZ}		60		ns	$I_I = 0$ mA, $C_L = 15$ pF	11, 12, 14	
Temps d'invalidation de sortie à partir du niveau haut logique	t_{PHZ}		105		ns	$I_I = 20$ mA, $C_L = 15$ pF	11, 12, 13	
Temps de montée en sortie (10-90 %)	t_r		55		ns	$V_{CC} = 5$ V, $C_L = 15$ pF	7, 8, 10	10
Temps de descente en sortie (90-10 %)	t_f		15		ns	$V_{CC} = 5$ V, $C_L = 15$ pF	7, 8, 10	11
Immunité aux transitoires en mode commun au niveau de sortie haut logique	CM_H	-1000	-10000		V/µs	$V_{CM} = 50$ V (crête) $I_I = 12$ mA, $T_A = 25°C$	15, 16	8
Immunité aux transitoires en mode commun au niveau de sortie bas logique	CM_L	1000	10000		V/µs	$V_{CM} = 50$ V (crête) $I_I = 3$ mA, $T_A = 25°C$	15, 16	13

12

NOTES :

1. Largeur des impulsions ⩽ 1µs, 300 impulsions par seconde.
2. Au dessus de 70°C à l'air libre réduire de 1,6 mW/°C. L'application adéquate des facteurs de correction évite que la température de jonction dépasse 125°C pour une température ambiante de 85°C.
3. Au dessus de 70°C à l'air libre réduire de 3.8 mW/°C.
4. Au dessus de 70°C à l'air libre réduire de 4.6 mW/°C.
5. **La durée du court-circuit de sortie ne dépassera pas 10 ms.**
6. **Le dispositif est considéré comme une unité à deux bornes ; les broches 1, 2, 3 et 4 sont connectées ensemble et les broches 5, 6, 7 et 8 sont également reliées ensemble.**
7. Ce test est une vérification destinée à valider le classement 220 Vca de UL.
8. **Le retard de propagation t_{PLH} est mesuré entre le niveau 10 mA du front avant de l'impulsion d'entrée et le niveau 1,3 V du front avant de l'impulsion de sortie.**
9. **Le retard de propagation t_{PLH} est mesuré entre le niveau 10 mA du front arrière de l'impulsion d'entrée et le niveau 1,3 V du front arrière de l'impulsion de sortie.**
10. **Le temps de montée tr est mesuré entre les niveaux 10 et 90 % du front de montée de l'impulsion logique de sortie.**
11. **Le temps de descente, tf, est mesuré entre les niveaux 90 et 10 % du front de descente de l'impulsion logique de sortie.**
12. **L'immunité aux transitoires en mode commun au niveau haut logique est la valeur maximale (négative) de dV_{CM}/dt sur le front arrière de l'impulsion en mode** commun V_{CM} qui peut être soutenue lorsque la tension de sortie est à l'état haut logique (c'est-à-dire Vo ⩾ 2V).
13. **L'immunité aux transitoires en mode commun au niveau bas logique est la valeur maximale (positive) de dV_{CM}/dt sur le front avant de l'impulsion en mode com-** mun V_{CM} qui peut être soutenue lorsque la tension de sortie est à l'état bas logique (c'est-à-dire Vo ⩽ 0,8V).

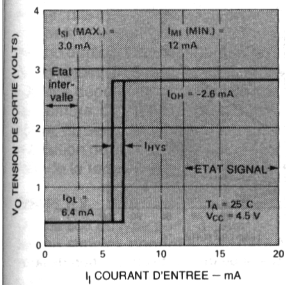


Figure 1. Courant de boucle en fonction de la tension de sortie

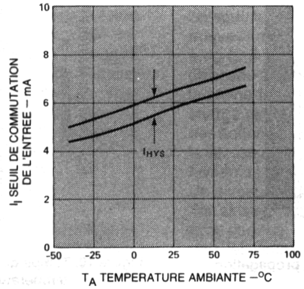


Figure 2. Température en fonction du seuil de commutation du courant

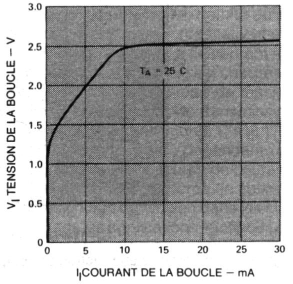


Figure 3. Courant d'entrée en fonction de la tension d'entrée de la boucle

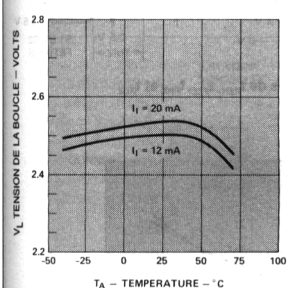


Figure 4. Température en fonction de la tension d'entrée

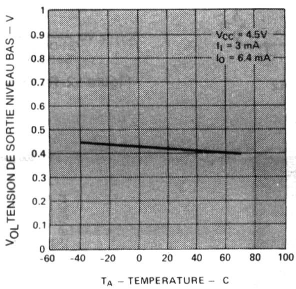


Figure 5. Température en fonction de la tension de sortie à l'état bas logique

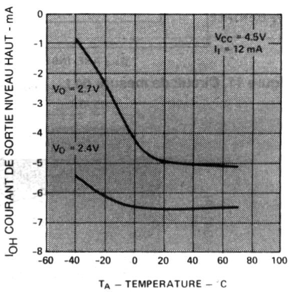
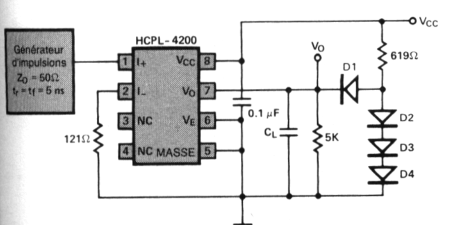


Figure 6. Température en fonction du courant de sortie haut logique



Vin = 5 volts, 100 kHz, RAPPORT CYCLIQUE 10 %
D1 à D4 SONT DES COMPOSANTS 1N916 ou 1N3064

C_L = 15 pF Y COMPRIS LES CAPACITÉS PARASITES ET CELLES DE LA SONDE

Figure 7. Circuit de mesure de t_{PHL}, t_{PLH}, tr et tf

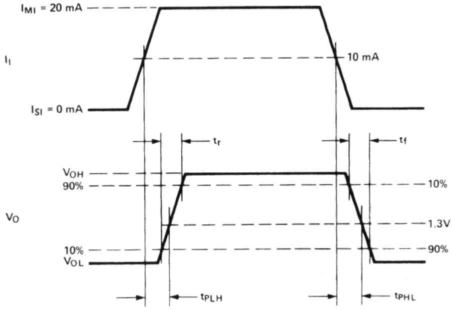


Figure 8. Formes d'ondes de t_{PHL}, t_{PLH}, tr et tf

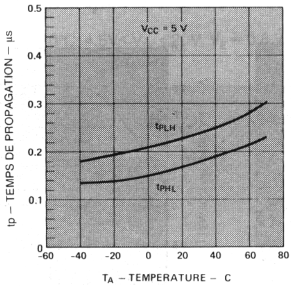


Figure 9. Température en fonction du temps de propagation

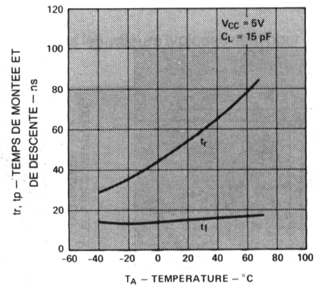


Figure 10. Temps de montée et de descente en fonction de la température

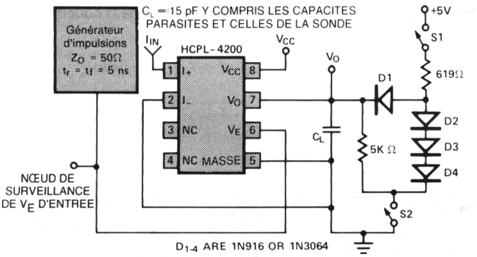


Figure 11. Circuit de mesure de t_{PZH}, t_{PZL}, t_{PHZ} et t_{PLZ}

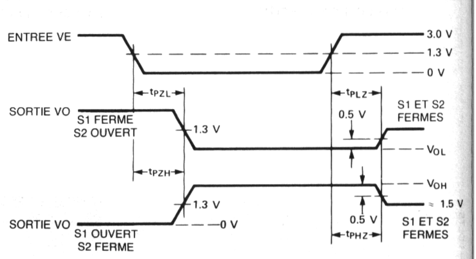


Figure 12. Formes d'ondes de t_{PZH}, t_{PZL}, t_{PHZ} et t_{PLZ}

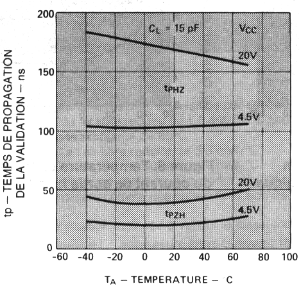


Figure 13. Temps de propagation de la validation haute en fonction de la température

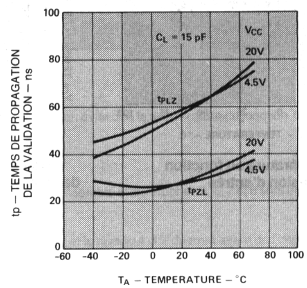


Figure 14. Temps de propagation de la validation basse en fonction de la température

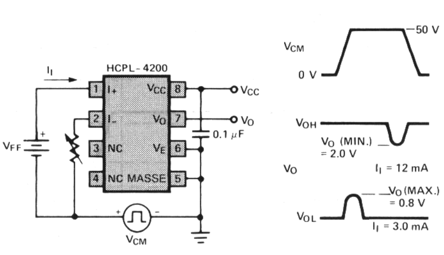


Figure 15. Circuit de mesure de l'immunité aux transitoires en mode commun

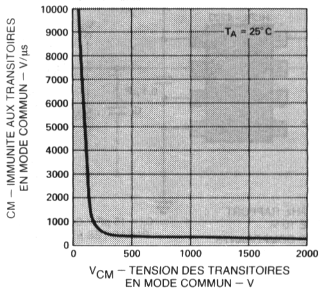


Figure 16. Immunité aux transitoires en mode commun en fonction de l'amplitude de ces transitoires

Applications

Le transfert de données entre des équipements comportant des circuits à boucle de courant peut être effectué en utilisant une des trois configurations suivantes : simplex, semi-duplex ou duplex. Ces configurations permettent les montages du type point à point ou multipoint. La configuration la mieux adaptée dépend de la vitesse de transmission des données, du nombre de stations, du nombre et de la longueur des lignes, du sens de circulation des données, du protocole, de la position de la source de courant et de la valeur de conformité de la tension, etc.

SIMPLEX

Qu'elle soit du type point-à-point ou multipoint, la configuration en simplex permet la circulation des données dans un seul sens, de l'émetteur vers le ou les récepteurs. Cette configuration est la plus simple pour les lignes bifilaires de grande longueur, les vitesses élevées de transmission des données et les applications à un niveau de conformité de la source de bas courant. Les figures 17a et 17b présentent respectivement des synoptiques de montage simplex en point-à-point et en multipoint pour le récepteur HCPL-4200 à photocoupleur.

Afin d'obtenir les meilleures performances pour la vitesse de transmission des données dans une boucle de courant, la configuration constituée d'un émetteur actif non isolé (contenant la source de courant) fournissant des données à un ou plusieurs récepteurs isolés à distance est recommandée. Lorsque la source de courant est près de l'extrémité où se trouve l'émetteur, la boucle est chargée approximativement à V_{MI} (2,5 V). En revanche, lorsque la source de courant est disposée à l'extrémité du récepteur, la boucle est chargée à la pleine tension de conformité. Plus le niveau de tension chargé est faibe, plus élevée est la vitesse de transmission des données. Dans les configurations des figures 17a et 17b, la vitesse de transmission des données est indépendante du niveau de conformité de la tension de la source de courant. Un niveau de conformité approprié de la source de courant doit exister compte tenu des chutes de tension dans les stations pendant l'état signal dans les applications multipoint ou pour les longues lignes de transmission. Le niveau maximal de conformité est déterminé par la caractéristique de rupture de l'émetteur.

Un circuit émetteur actif non isolé recommandé, susceptible d'être utilisé avec le HCPL-4200 dans les applications à boucle de courant 20 mA en point-à-point ou en multipoint, est présenté sur la figure 18. La source de courant est commandée par un tampon TTL 7407 standard assurant une haute impédance de sortie à la source de courant à l'état MARCHE comme à l'état ARRET. Cet émetteur actif non isolé constitue une boucle de courant de valeur nominale 20 mA pour les valeurs indiquées à la figure 18 pour V_{CC}, R2 et R3.

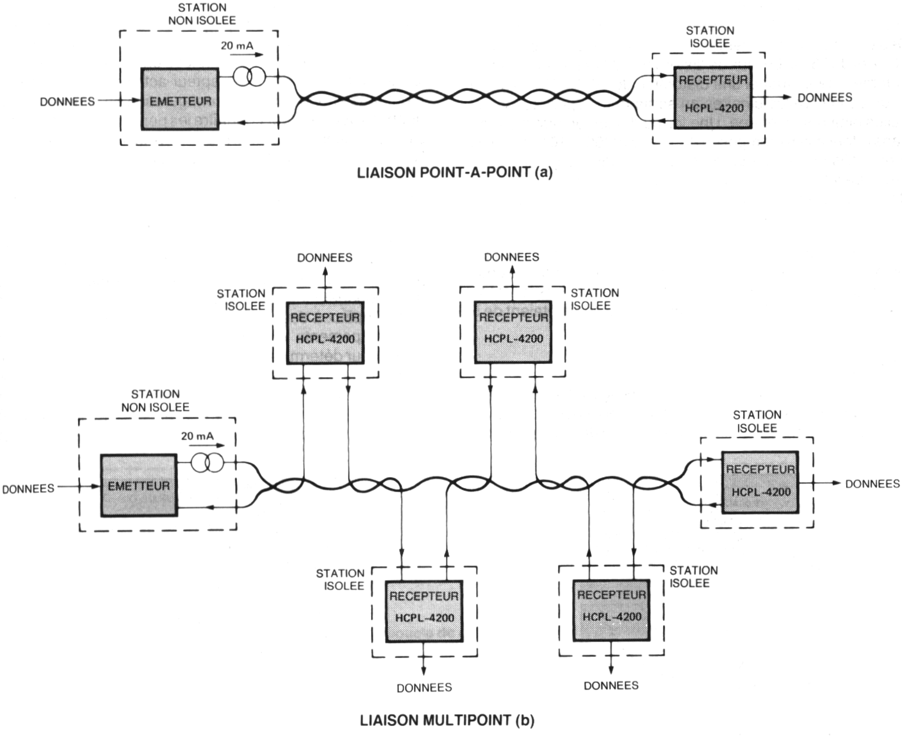
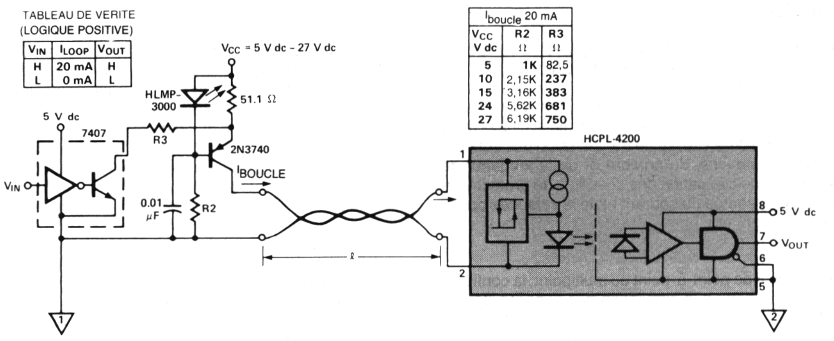


Figure 17. Configurations de systèmes simplex à boucle de courant pour les modes point-à-point (a) et multipoint (b).



V_{IN}	I_{LOOP}	V_{OUT}
H	20 mA	H
L	0 mA	L

I_{boucle} 20 mA		
V_{CC} V dc	R2 Ω	R3 Ω
5	1K	82,5
10	2,15K	237
15	3,16K	383
24	5,62K	681
27	6,19K	750

Figure 18. Emetteur actif non-isolé recommandé avec un récepteur isolé HCPL-4200 pour une boucle de courant 20 mA en simplex point à point.

La longueur de la boucle de courant (une direction) par rapport à la tension continue d'alimentation minimale requise V_{CC} du circuit de la figure 18 est illustrée graphiquement figure 19. Les configurations multipoint exigent une tension V_{CC} plus importante que celle qui peut être déduite de la figure 19, afin de tenir compte des chutes de tension des autres stations.

La vitesse de transmission des données en fonction de la distance est illustrée à la figure 20 pour la combinaison constituée d'un émetteur actif non isolé et du récepteur à boucle de courant HCPL-4200 à photocoupleur présenté à la figure 18. Des courbes sont présentées pour les taux de distorsion de 10 % et de 25 %. Le taux de distorsion 10 % (25 %) se définit comme le taux auquel une distorsion de 10 % (25 %) a lieu pour les intervalles binaires en sortie par rapport aux intervalles binaires en entrée. Une forme d'onde de test d'entrée sans retour à zéro composée de 16 bits (0000001011111101) a été utilisée pour mesurer les taux de distorsion des données. La vitesse de transmission des données est indépendante de la tension d'alimentation de la source de courant V_{CC}.

Le câble utilisé était constitué de cinq paires torsadées non blindées de fil 22 AWG (Dearborn 862205). La boucle de courant présentait une valeur nominale de 20 mA. Les tensions d'alimentation des logiques d'entrée et de sortie étaient de 5 V_{CC}.

DUPLEX

La liaison point-à-point en duplex de la figure 21 est constituée d'un système quadrifilaire assurant la transmission bidirectionnelle simultanée des données entre des équipements locaux et à distance. L'application de base utilise deux boucles simplex en point-à-point composées de deux unités distinctes, actives et non isolées disposées à une extrémité commune des boucles. L'autre extrémité de chaque boucle est isolée.

Comme il apparaît à la figure 21, la combinaison des photocoupleurs à boucle de courant Hewlett-Packard, d'un émetteur HCPL-4100 et d'un récepteur HCPL-4200 peut être mise en œuvre à l'extrémité isolée des boucles de courant. La diaphonie et le couplage en mode commun sont fortement réduits lorsque l'isolement optique est utilisé à la même extrémité des deux boucles, comme il apparaît sur la figure. La vitesse de transmission des données en duplex est limitée par la boucle de courant du récepteur actif non isolé. Les commentaires énoncés pour la configuration en simplex s'appliquent au duplex. Pour connaître les performances des dispositifs spécifiés, il faut se reporter à la fiche technique de l'émetteur HCPL-4100 à photocoupleur.

CONFIGURATION EN SEMI-DUPLEX

Qu'elle soit en point-à-point ou en multipoint, cette configuration assure la circulation bidirectionnelle non simultanée des données entre les émetteurs et les récepteurs des figures 22a et 22b. Cette configuration permet d'utiliser les deux conducteurs pour transporter des données d'équipements locaux à des unités à distance ou de ces dernières à des équipements locaux. Toutefois, un protocole doit être utilisé pour déterminer quel émetteur peut travailler à un moment donné. La vitesse maximale de transmission des données d'un système en semi-duplex est limitée par le temps de charge du courant de boucle. Ces aspects ont été expliqués dans le paragraphe consacré à la configuration en simplex.

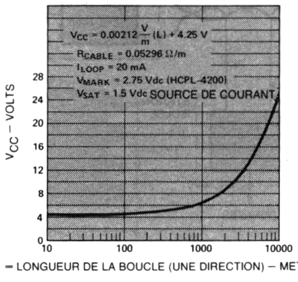


Figure 19. Tension d'alimentation minimale requise en fonction de la longueur de la boucle pour le circuit à boucle de courant de la figure 18.

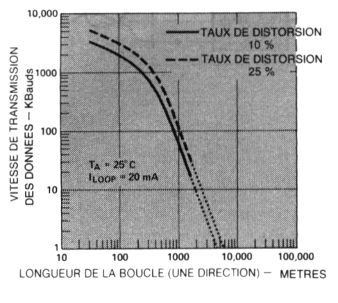


Figure 20. Vitesse de transmission en fonction de la distance.

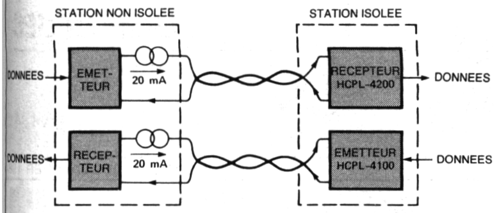


Figure 21. Configuration d'un système à boucle de courant point-à-point en duplex

Les figures 22a et 22b illustrent l'utilisation en semi-duplex pour une combinaison des photocoupleurs HCPL-4100/4200. La conception unique et complémentaire de l'émetteur HCPL-4100 et du récepteur HCPL-4200 se traduit par de nombreux avantages incorporés. Par exemple, l'isolement optique total à une extrémité de la boucle de courant est facile à réaliser et permet une suppression importante des influences en mode commun, des différences du potentiel de masse et une diminution des besoins en énergie électrique. Avec cette combinaison des HCPL-4100 et HCPL-4200, une immunité spécifique au bruit de la boucle de courant est assurée, c'est-à-dire que l'immunité minimale au bruit à l'état intervalle est de 1 mA et que cette immunité est de 8 mA à l'état signal.

La conformité de tension de la source de courant doit être d'un niveau approprié pour piloter toutes les unités de la boucle, mais sans dépasser 27 Vcc, la tension maximale de rupture de l'unité HCPL-4100. Il faut noter que l'émetteur HCPL-4100 permet au courant de la boucle de transmettre lorsque la tension d'entrée V_{cc} est coupée. Consulter la fiche technique de l'émetteur photocoupleur HCPL-4100 pour connaître les performances de ce dispositif.

Pour plus d'informations sur les photocoupleurs HCPL-4100/4200 voir la note d'applications 1018.

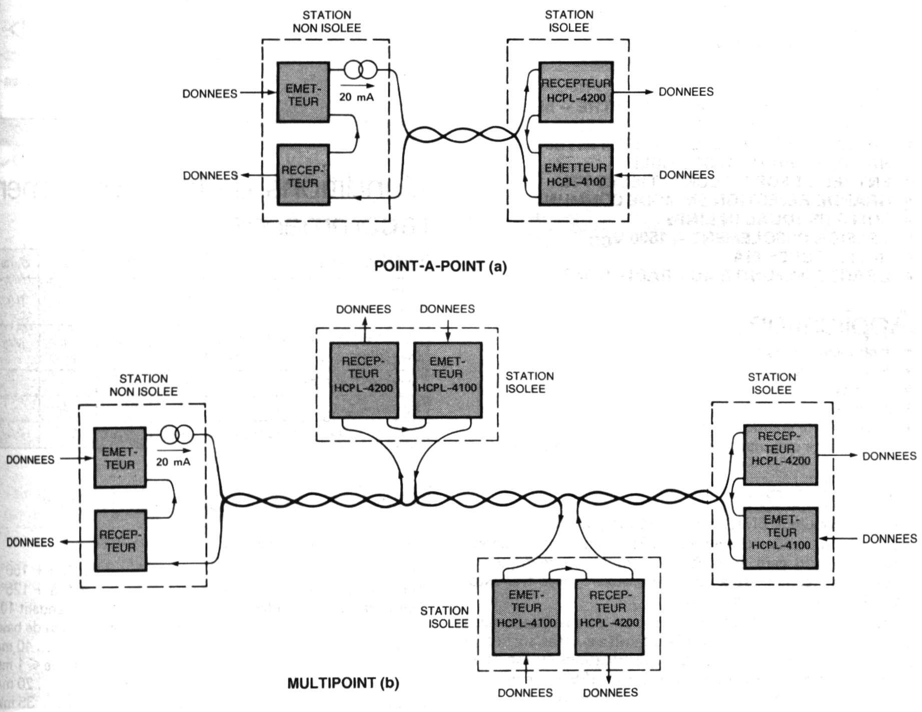


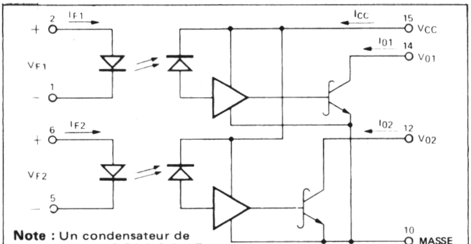
Figure 22. Configurations en semi-duplex d'un système à boucle de courant en mode point-à-point (a) et multipoint (b)

PHOTOCOUPLEURS

PHOTOCOUPLEURS DOUBLES HERMÉTIQUES

6N134

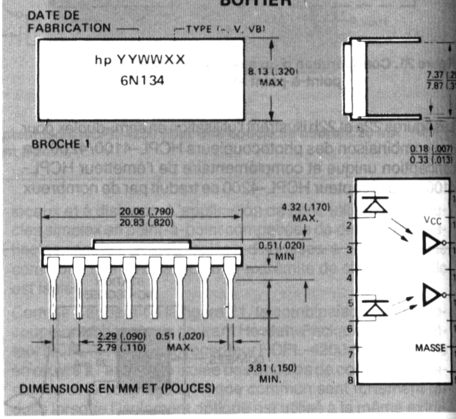
FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984



Note : Un condensateur de découplage de 0,01 à 0,1 μF doit être branché entre les broches 10 et 15

SCHEMA

BOITIER*



Caractéristiques

- **HERMETIQUES**
- **GRANDE VITESSE**
- **PERFORMANCES GARANTIES ENTRE – 55°C ET + 125°C (TEMPERATURE AMBIANTE)**
- **DISPOSITIFS SUPPLEMENTAIRES TESTES A HAUTE FIABILITE DISPONIBLES**
- **ENTREE ET SORTIE COMPATIBLES TTL**
- **GRANDE REJECTION EN MODE COMMUN**
- **BOITIERS «DUAL IN LINE»**
- **TENSION D'ISOLEMENT – 1500 V_{CC}**
- **HOMOLOGUES EIA**
- **GRANDE IMMUNITE AUX RADIATIONS**

Applications

- **Isolement de masse**
- **Récepteur de ligne**
- **Interface ordinateur-périphériques**
- **Isolement des équipements de test**
- **Systèmes de grande fiabilité**
- **Système de commande et surveillance de véhicules**

Description

Le photocoupleur 6N134 est constitué par une paire d'inverseurs comportant chacun une DEL et un photodétecteur intégré à grand gain en boîtier céramique hermétique. La sortie du détecteur est à collecteur ouvert, avec transistor bouclé par une diode Schottky.

Cette conception particulière fournit un isolement alternatif et continu maximal entre entrées et entre entrées/sorties et permet la compatibilité TTL. Les spécifications en fonctionnement sont garanties entre – 55°C et + 125°C, ce qui permet d'obtenir une sortance de 6 sur chaque voie (10 mA), le détecteur étant alimenté sous 4,5 à 5,5 V. On obtient avec cet isolement et ce couplage un temps de propagation de 55 ns.

Le nouveau dispositif Hewlett-Packard 8102801EC est conforme au niveau de qualité B de la norme MIL-STD-883. Ce dispositif, appartenant à la famille 6N134, est recommandé pour des applications à haute fiabilité. Des précisions sur le programme standard de contrôle de la fiabilité sont données dans la fiche technique correspondant à ce produit. Les dispositifs 6N134TXV et 6N134TXVB sont toujours disponibles. Pour de plus amples informations s'adresser à un ingénieur Hewlett-Packard.

Conditions de fonctionnement recommandées

TABLEAU I

	Symb.	Min.	Max.	Unité
Courant d'entrée, niveau bas, (par voie)	I_{FL}	0	250	μA
Courant d'entrée, niveau haut, (par voie)	I_{FH}	12,5**	20	mA
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,5	5,5	V
Sortance TTL (par voie)	N		6	
Température de fonctionnement	T_A	–55	125	°C

Valeurs limites absolues *

(sans compensation jusqu'à + 125°C)

Température de stockage . . . . – 65°C à + 150°C
Température de fonctionnement . . . . . – 55°C à + 125°C
Température de soudage . . . . 260°C pendant 10 s
(à 1,6 mm du plan de base)
Courant direct crête d'entrée (par voie) . . . . 40 mA
(durée ⩽ 1 ms)
Courant direct moyen d'entrée (par voie) . . . . 20 mA
Dissipation de puissance à l'entrée (par voie) . . . . 35 mW
Tension inverse d'entrée (par voie) . . . . 5 V
Tension d'alimentation – V_{CC} . . . . 7 V
Courant de sortie – I_O (par voie) . . . . 25 mA
Dissipation de puissance en sortie (par voie) . . . . . 40 mW
Tension de sortie – V_O (par voie) . . . . 7 V
Puissance totale dissipée (deux voies) . . . . 350 W

* Normes JEDEC.

** Cette valeur de 12,5 mA permet d'assurer au rapport de transfert en courant une bande de garde d'au moins 20%. Le seuil de commutation initial est de 10 mA ou moins.

HEWLETT PACKARD

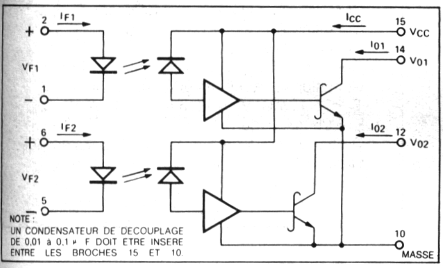
COMPOSANTS

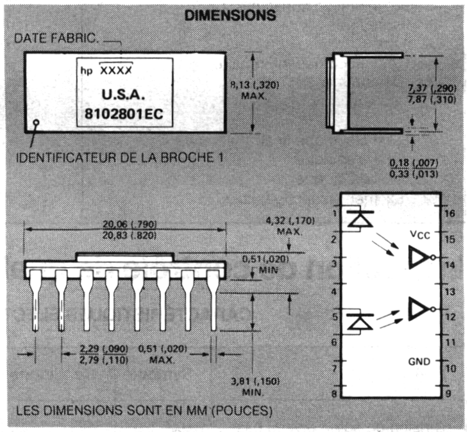
PHOTOCOUPLEUR DOUBLE HERMÉTIQUE

AGRÉÉ DESC

8102801EC

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984





Caractéristiques

- AGREE DESC*
- HERMETIQUE
- CONFORME AU TEST DU NIVEAU B DE LA NORME MIL-STD-883
- GRANDE VITESSE
- PERFORMANCES GARANTIES ENTRE −55°C ET +125°C
- ENTREE ET SORTIE COMPATIBLES TTL
- BOITIER DUAL-IN-LINE
- TENSION D'ISOLEMENT 1500 V CC
- FORTE IMMUNITE AUX RADIATIONS

Applications

- SYSTEMES MILITAIRES ET A HAUTE FIABILITE
- ISOLEMENT LOGIQUE DE LA MASSE
- RECEPTEUR DE LIGNE
- INTERFACE ORDINATEUR/PERIPHERIQUE
- SYSTEME DE COMMANDE ET SURVEILLANCE DE VEHICULES
- ISOLEMENT SYSTEME DES EQUIPEMENTS DE TEST

Description

Le dispositif 8102801EC, conforme aux exigences de test du niveau B de la norme MIL-STD-883 et adapté au photocoupleur 6N 134, a été sélectionné par le DESC et adopté par le département de la défense américain. Les caractéristiques de fonctionnement de ce nouveau dispositif figurent sur la fiche technique du photocoupleur 6N 134.

Le photocoupleur 8102801EC est constitué d'une paire d'inverseurs comportant chacun une DEL et un photo-détecteur intégré à grand gain en boîtier céramique hermétique. La sortie du détecteur est à collecteur ouvert bouclé par une diode Schottky.

Cette conception particulière fournit un isolement en alternatif et en continu maximal entre entrées et entre entrées/sorties et permet la compatibilité TTL. Les spécifications en fonctionnement sont garanties entre − 55° et + 125°C, ce qui permet d'obtenir une sortance de 6 sur chaque voie (10 mA), le détecteur étant alimenté sous 4,5 à 5,5 V (Vcc). On obtient avec cet isolement et ce couplage un temps de propagation de 55ns.

Le circuit intégré photo-électrique utilisé dans ce dispositif est moins sensible à la détérioration par radiations que les phototransistors ou les photodiodes PIN à cause de sa moindre région photoélectrique.

Conditions de fonctionnement recommandées

Tension d'alimentation : 4,5 V CC min à 5,5 V CC max.
Courant d'entrée niveau haut[1] : 12,5 mA CC min (par voie)
Courant d'entrée niveau bas : 250 µ A CC max (par voie)
Sortance normalisée (charge TTL) : 6 max. (par voie)
Température de fonctionnement : −55°C à +125°C

1. Cette condition permet une dégradation de 20 pour cent au moins. Le seuil initial de commutation est de 10 mA CC ou moins.

Valeurs limites absolues

Tension d'alimentation : .... 7 V cc
Courant d'entrée (par voie) : .... 20 mA cc
Température de stockage : .... −65°C à +150°C
Dissipation maximale de puissance (deux voies) : 350 mW
Température des conducteurs (soudage 10 secondes) : 300°C
Température de jonction (T_J) : .... 175°C

* Le centre militaire d'approvisionnement électronique (DESC) est une agence du Ministère Américain de la Défense.

Test à 100 %

MÉTHODE 5004 DE LA NORME MIL-STD-883 (DISPOSITIFS CLASSE B)

Test	Méthode	Conditions
1. Examen visuel interne	2010	Condition B
2. Stockage à haute température	1008	Condition C, $T_A = 150°C$ Durée = 24 heures min.
3. Cycle de température	1010	Condition C, − 65°C à + 150°C, 10 cycles
4. Accélération constante	2001	Condition A, 5 kG, axe Y_1 seulement
5. Fuite fine	1014	Condition A
6. Grosse fuite	1014	Condition C
7. Test électrique intérimaire	—	Optionnel
8. Déverminage	1015	Condition B, durée = 160 heures min. $T_A = +125°C$, Vcc = 5,5 V, $I_F = 13$ mA $I_o = 25$ mA (Figure 1)
9. Test électrique final Test électrique Test électrique	—	Groupe A, sous-groupe 1, 10 % PDA s'applique Groupe A, sous-groupe 2 Groupe A, sous-groupe 3
10. Examen visuel du boîtier	2009	

Inspection de contrôle de qualité

CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES POUR LE GROUPE A

Test	Symbole	Conditions	Groupe A[6] sous-groupes	Limites Min.	Limites Max.	Unité
Tension de sortie niveau bas	V_{OL}	$V_{CC} = 5,5$ V ; $I_F = 10$ mA [1] ; $I_{OL} = 10$ mA	1, 2, 3	-	0,6	V
Rapport de transfert en courant	h_F (CTR)	$V_O = 0,6$ V ; $I_F = 10$ mA ; [1] $V_{CC} = 5,5$ V	1, 2, 3	100	-	%
Tension de sortie niveau haut	I_{OH}	$V_{CC} = 5,5$ V ; $V_O = 5,5$ V [1] $I_F = 250\ \mu$A	1, 2, 3	-	250	µAcc
Courant d'aliment. niveau haut	I_{CCH}	$V_{CC} = 5,5$ V ; $I_F = I_{F2} = 0$ mA	1, 2, 3	-	28	mAcc
Courant d'aliment. niveau bas	I_{CCL}	$V_{CC} = 5,5$ V ; $I_F = I_{F2} = 20$ mA	1, 2, 3	-	36	mAcc
Tension d'entrée directe	V_F	$I_F = 20$ mA [1]	1, 2	-	1,75	Vcc
			3	-	1,85	
Tension inverse d'entrée	V_{BR}	$I_R = 10\ \mu$A [1]	1, 2, 3	5	-	Vcc
Courant de fuite de l'isolement entre l'entrée et la sortie	I_{io}	$V_{IO} = 1500$ V cc[2] Humidité relative = 45 % t = 5 secondes	1	-	1	µAcc
Capacité entre entrée et sortie	C_{io}	f = 1 MHz ; $T_C = 25°C$ [3]	4	-	4	pF
Temps de propagation niveau de sortie bas à haut	t_{PLH}	$R_L = 510\ \Omega$; $C_L = 50$ pF [1,4] $I_F = 13$ mA	9	-	100	ns
			10, 11	-	140	
Temps de propagation niveau de sortie haut à bas	t_{PHL}	$R_L = 510\ \Omega$; $C_L = 50$ pF [1,5] $I_F = 13$ mA	9	-	100	ns
			10, 11	-	120	
Temps de montée en sortie	t_{LH}	$R_L = 510\ \Omega$ [1] $C_L = 50$ pF $I_F = 13$ mA	9, 10, 11	-	90	ns
Temps de descente en sortie	t_{HL}			-	40	
Immunité aux transitoires en mode commun au niveau de sortie haut	CM_H	$V_{CM} = 10$ V (crête) [1] $V_O = 2$ V (minimum) $R_L = 510\ \Omega$ $I_F = 0$ mA	9, 10, 11	40	-	V/µs
Immunité aux transitoires en mode commun au niveau de sortie bas	CM_L	$V_{CM} = 10$ V (crête) [1] $V_O = 0,8$ V (maximum) $R_L = 510\ \Omega$ $I_F = 10$ mA	9, 10, 11	-60	-	V/µs

Voir les notes à la page suivante.

Notes : 1. Par voie
2. Valeur mesurée entre les broches 1 et 8 court-circuitées ensemble et les broches 9 et 16 court-circuitées ensemble.
3. Valeur mesurée entre les broches d'entrée 1 et 2 ou 5 et 6 court-circuitées ensemble et les broches de sortie 10, 12, 14 et 15 court-circuitées ensemble.
4. Le temps de propagation t_{PLH} est mesuré entre le point 6,5 mA du front arrière de l'impulsion d'entrée et le point 1,5 V du front arrière de l'impulsion de sortie.
5. Le temps de propagation t_{PHL} est mesuré entre le point 6,5 mA du front avant de l'impulsion d'entrée et le point 1,5 V du front avant de l'impulsion de sortie.
6. Les conditions des sousgroupes du groupe A sont données au chapitre « haute fiabilité » du catalogue.

TEST DU GROUPE B, NORME MIL-STD-883, MÉTHODE 5005 (DISPOSITIFS CLASSE B)

Test	Méthode	Conditions	LTPD
Sous-groupe 1 Dimensions physiques (non obligatoires si le groupe D doit être exécuté)	2016		2 dispositifs (pas de panne)
Sous-groupe 2 Résistance aux solvants	2015		4 dispositifs (pas de panne)
Sous-groupe 3 Soudabilité (la valeur LTPD s'applique au nombre de conducteurs inspectés -pas moins de 3 dispositifs)	2003	Température de soudage de 260 ± 10°C pendant 10 secondes	15 (3 dispositifs)
Sous-groupe 4 Inspection visuelle et mécanique interne	2014		1 dispositif (pas de panne)
Sous-groupe 5 Résistance liaison Thermocompression : (exécutée avant le scellement, LTPD s'applique au nombre d'efforts de traction exercés sur les liaisons, pour 4 dispositifs au minimum)	2011	Condition de test D	15 (4 dispositifs)
Sous-groupe 6 Contenu interne en vapeur d'eau (Inapplicable - pas d'absorbant)	–		–
Sous-groupe 7 Fuite fine Grosse fuite (inapplicable - visualisation 100 %)	–		–
Sous-groupe 8* Test électrique Sensibilité aux décharges électrostatiques Tests électriques *(à executer seulement lors de la qualification initiale)	 3015	Groupe A, sous-groupe 1, sauf I_I-O Groupe A, sous-groupe 1	15

TESTS DU GROUPE C - MIL-STD-883 - METHODE 5005 (DISPOSITIFS CLASSE B)

Test	Méthode	Conditions	LTPD
Sous-groupe 1 Test de durée de vie à l'état stable Points d'extrémité électriques à 1000 h	1005	Condition B, Durée = 1000 h au total TA = + 125°C, Vcc = 5,5 V I_F = 13 mA, I_o = 25 mA (Figure 1) Groupe A, sous-groupe 1, 2,3	5
Sous-groupe 2 Cycle de température Accélération constante Fuite fine Grosse fuite Examen visuel Points extrêmes électriques	 1010 2001 1014 1014 1010	 Condition C, −65°C à 150°C, 10 cycles Condition A, 5 kG, axe Y, seulement Condition A Condition C Selon critères visuels de la méthode 1010 Groupe A, sous-groupe 1, 2, 3	15

PHOTOCOUPLEURS

TESTS DU GROUPE D - MIL-STD-883 - MÉTHODE 5005 (DISPOSITIFS CLASSE B)

Test	Méthode	Conditions	LTPD
Sous-groupe 1			
Dimensions physiques	2016		15
Sous-groupe 2			
Intégrité des conducteurs	2004	Condition de test B2 (fatigue des conducteurs)	15
Fuite fine	1014	Condition A	
Grosse fuite	1014	Condition C	
Couple du couvercle*	2024		
* (inapplicable -scellement à la soudure))			
Sous-groupe 3			
Chocs thermiques	1011	Condition B, (-55°C à 125°C) 15 cycles min.	15
Cycle de température	1010	Condition C, (-65°C à 150°C) 100 cycles min.	
Résistance à l'humidité	1004		
Fuite fine	1014	Condition A	
Grosse fuite	1014	Condition C	
Examen visuel		Selon critères visuels de la méthode 1004	
Points extrêmes électriques		Groupe A, sous-groupes 1, 2, 3	
Sous-groupe 4			
Chocs mécaniques	2002	Condition B, 1500 G, t = 0,5 ms 5 coups selon chaque axe	15
Vibrations, fréquence variable	2007	Condition A	
Accélération constante	2001	Condition A, 5 kG, axe Y_1 seulement	
Fuite fine	1014	Condition A	
Grosse fuite	1014	Condition C	
Examen visuel	1010	Selon critères visuels de la méthode 1010	
Points extrêmes électriques		Groupe A, sous-groupes 1, 2, 3	
Sous-groupe 5			
Atmosphère saline	1009	Condition A min.	15
Fuite fine	1014	Condition A	
Grosse fuite	1014	Condition C	
Examen visuel	1009	Selon critères visuels de la méthode 1009	
Sous-groupe 6			
Teneur en vapeur d'eau	1018		3 dispositifs (0 panne) 5 dispositifs (1 panne)
Sous-groupe 7			
Adhérence de la finition des conducteurs	2025		15

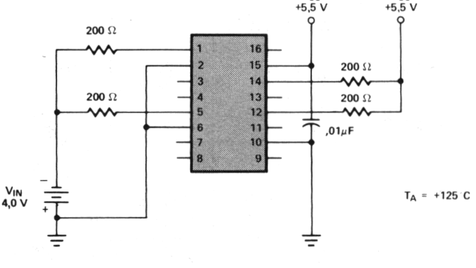
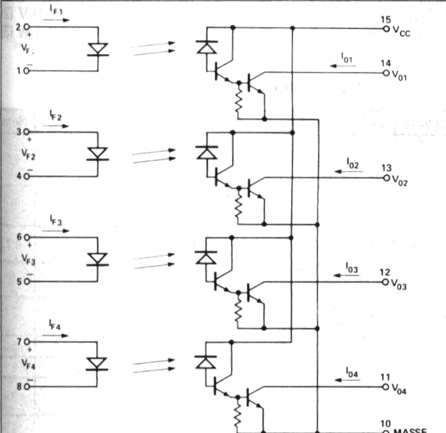


Figure 1. Circuit de déverminage

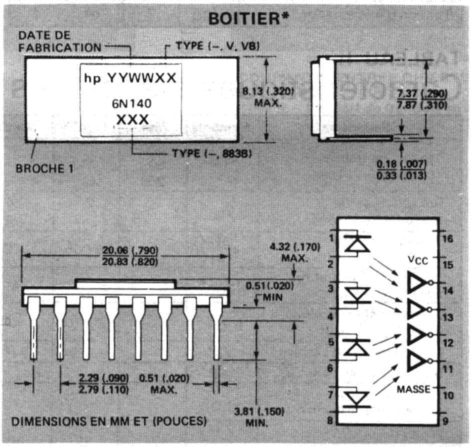
PHOTOCOUPLEURS HERMÉTIQUES 4 VOIES A FAIBLE COURANT D'ENTRÉE

6N140
6N140/883B

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984



SCHEMA



Caractéristiques

- **DISPOSITIFS SUPPLEMENTAIRES DISPONIBLES POUR UNE TEMPERATURE DE 125°C (1)**
- **HERMETIQUE**
- **CONFORME AUX NORMES MIL-STD-883**
- **BOITIER COMPACT**
- **FORT RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT : 500% TYPIQUE**
- **CTR ET I_{OH} GARANTIS ENTRE − 55°C ET + 100°C (TEMPERATURE AMBIANTE)**
- **DISPOSITIFS SUPPLEMENTAIRES TESTES ET A HAUTE FIABILITE DISPONIBLES**
- **TENSION D'ISOLEMENT : 1500 V_{CC}**
- **FAIBLE COURANT D'ENTREE : 0,5 mA**
- **FAIBLE TENSION DE SATURATION EN SORTIE : 0,1 V TYPIQUE**
- **FAIBLE CONSOMMATION**
- **GRANDE IMMUNITE AUX RADIATIONS**

Applications

- **Récepteur de ligne à entrée isolée**
- **Isolement d'équipement d'essai**
- **Isolement de la masse en logique numérique**
- **Système de commande et surveillance de véhicules**
- **Récepteur de ligne EIA RS-232C**
- **Interface de microprocesseurs**
- **Récepteur à boucle de courant**
- **Décalage de niveau**
- **Isolement entrée/sortie dans le contrôle de processus industriel**

Description

Le 6N140 comporte quatre DEL GaAsP couplées à chacune à un photodétecteur intégré à grand gain. L'alimentation commune (V_{CC}) aux photodiodes et aux premiers étages d'amplification de chaque photodétecteur intégré permet de réduire la tension de saturation en sortie et d'augmenter la vitesse de transmission par rapport à celle des photocoupleurs à photodarlington classiques. La borne V_{CC} peut être échantillonnée à l'état bas pour invalider la sortie ou attaquée avec des tensions aussi basses que 2 V sans affecter outre mesure les performances.

Les performances remarquables à haute température de cet étage de type «Split Darlington» résultent du montage d'une résistance intégrée entre émetteur et base ce qui dérive le courant de fuite de la photodiode et du premier étage vers la masse. Le fort rapport de transfert en courant pour de très faibles courants d'entrée permet de réaliser des circuits avec une marge de protection suffisante pour réduire les effets de la dégradation du rapport de transfert (CTR) dans le temps.

Le 6N140 a un CTR minimal de 300% pour un courant d'entrée de 0,5 mA, ce qui le rend particulièrement apte à fonctionner avec des circuits MOS, CMOS, comme circuit d'interface de logiques à faible consommation ou avec le système de transmission de données RS-232C (V24). La compatibilité CMOS haute tension est assurée par sa tension d'alimentation max., V_{CC} de 18 V et par son niveau de fuite garanti au niveau haut (I_{OH}) sous 18 V.

Les spécifications importantes telles que le CTR, le courant de fuite, le courant d'alimentation et la tension de saturation en sortie sont garanties entre − 55°C et + 100°C pour permettre un fonctionnement sûr.

Le nouveau dispositif Hewlett-Packard 6N140/883B est conforme au niveau de qualité B de la norme MIL-STD-883. Ce photocoupleur, appartenant à la famille 6N140, est recommandé pour des applications à haute fiabilité. Les dispositifs 6N140TXV et 6N140TXVB sont toujours disponibles. Pour de plus amples renseignements, s'adresser à un ingénieur Hewlett-Packard.

*Normes JEDEC

TABLEAU I

Conditions de fonctionnement recommandées

	Symb.	Min.	Max.	Unité
Courant d'entrée, niveau bas (par voie)	I_{FL}		2	µA
Courant d'entrée, niveau haut (par voie)	I_{FH}	0,5	5	mA
Tension d'alimentation	V_{CC}	2	18	V

Valeurs limites absolues*

Température de stockage . . . . – 65°C à + 150°C

Température de fonctionnement . . – 55°C à + 100°C (1)

Température de soudage . . . . 260°C pendant 10
(à 1,6 mm du plan de base

Courant d'entrée crête (par voie, durée ⩽ 1 ms) . . . . 20 mA

Courant d'entrée moyen – I_F (par voie) . . . . . 10 mA (4

Tension d'entrée inverse – V_R (par voie) . . . . 5 V

Courant de sortie – I_O (par voie) . . . . 40 mA

Tension de sortie – V_O (par voie) . . . . . – 0,5 à 20 V (2

Tension d'alimentation – V_{CC} . . . . – 0,5 à 20 V (2

Puissance dissipée en sortie (par voie) . . . . 50 mW (3

TABLEAU II

Caractéristiques électriques **pour T_A = – 55°C à 100°C (1), sauf mentions contraires**

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.**	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Notes
Rapport de transfert en courant	CTR*	300 300 200	1000 750 400		% % %	I_F = 0,5 mA, V_O = 0,4 V, V_{CC} = 4,5 V I_F = 1,6 mA, V_O = 0,4 V, V_{CC} = 4,5 V I_F = 5 mA, V_O = 0,4 V, V_{CC} = 4,5 V	3	5,6
Tension de sortie niveau logique bas	V_{OL}		0,1 0,2	0,4 0,4	V V	I_F = 0,5 mA, I_{OL} = 1,5 mA, V_{CC} = 4,5 V I_F = 5 mA, I_{OL} = 10 mA, V_{CC} = 4,5 V	2	5
Courant de sortie niveau logique haut	I_{OHX} I_{OH}*		0,005	250	µA	I_F = 2 µA, V_O = V_{CC} = 18 V		5,7
Courant d'alimentation niveau logique bas	I_{CCL}*		2	4	mA	I_{F1} = I_{F2} = I_{F3} = I_{F4} = 1,6 mA V_{CC} = 18 V		
Courant d'alimentation niveau logique haut	I_{CCH}*		0,010	40	µA	I_{F1} = I_{F2} = I_{F3} = I_{F4} = 0 V_{CC} = 18 V		
Tension directe d'entrée	V_F*		1,4	1,7	V	I_F = 1,6 mA, T_A = 25°C	1	5
Tension inverse d'entrée	V_{BR}*	5			V	I_R = 10 µA, T_A = 25°C		5
Courant de fuite entrée-sortie (isolement)	I_{I-O}*			1	µA	Humidité relative = 45%, T_A = 25°C t = 5 s, V_{I-O} = 1500 V CC		8
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie	t_{PLH}*		25	60	µs	I_F = 0,5 mA, R_L = 4,7 kΩ, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C	8	5
			10	20	µs	I_F = 5 mA, R_L = 680 Ω, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C	8	5
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}*		35	100	µs	I_F = 0,5 mA, R_L = 4,7 kΩ, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C		5
			2	5	µs	I_F = 5 mA, R_L = 680 Ω, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C	8	5
Immunité contre les transitoires en mode commun sortie niveau haut	CM_H	500	1000		V/µs	I_F = 0, R_L = 1,5 kΩ $\|V_{CM}\|$ = 50 V crête à crête V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C	9	5 11,1
Immunité contre les transitoires en mode commun sortie niveau bas	CM_L	– 500	– 1000		V/µs	I_F = 1,6 mA, R_L = 1,5 kΩ $\|V_{CM}\|$ = 50 V crête à crête V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C	9	5 12,1

** Toutes valeurs typiques pour V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

TABLEAU III

Caractéristiques typiques **pour T_A = 25°C, V_{CC} = 5 V, par voie**

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Notes
Résistance entrée-sortie	R_{I-O}		10^{12}		Ω	V_{I-O} = 500 V CC, T_A = 25°C		5,9
Capacité entrée-sortie	C_{I-O}		1,5		pF	f = 1 MHz, T_A = 25°C		5,9
Courant de fuite entrée-sortie (isolement)	I_{I-I}		0,5		nA	Humidité relative = 45%, V_{I-I} = 500 V CC T_A = 25°C, t = 5 s		10
Résistance entrée-entrée	R_{I-I}		10^{12}		Ω	V_{I-I} = 500 V CC, T_A = 25°C		10
Capacité entrée-entrée	C_{I-I}		1		pF	f = 1 MHz, T_A = 25°C		10
Coefficient de température de la tension d'entrée	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$		– 1,8		mV/°C	I_F = 1,6 mA		5
Capacité d'entrée	C_{IN}		60		pF	f = 1 MHz, V_F = 0, T_A = 25°C		5

Notes :

1. Dispositif à 125°C disponible.
2. La broche 10 doit être au potentiel le plus négatif côté détection. Maintenir V_{CC} aussi bas que possible au-dessus de 2 V pour avoir un I_{OH} total le plus faible en fonction de la température.
3. La puissance de sortie est égale à la puissance de sortie sur le collecteur plus le quart de la puissance fournie par l'alimentation. Réduire de 1,25 mW/°C au-dessus de 80°C.
4. Réduire I_F de 0,25 mA/°C au-dessus de 80°C.
5. Par voie.
6. Le RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT est défini comme le rapport entre le courant de sortie collecteur, I_O, et le courant direct d'entrée, I_F, en %.
7. I_F = 2 mA pour la voie en cours de mesure. Pour toutes les autres voies, I_F = 10 mA.
8. Coupleur assimilé à un système à deux pôles : mesure faite entre les broches 1 à 8 court-circuitées et 9 à 16 court-circuitées.
9. Mesuré entre les broches d'entrées court-circuitées et les broches de sortie court-circuitées.
10. Mesuré entre les broches 1 et 2 court-circuitées et les broches 3 et 4 court-circuitées, etc.
11. CM_H est le taux d'accroissement maximal admissible de la tension en mode commun pour être sûr que la sortie reste à l'état logique haut, c'est-à-dire, $V_{OUT} > 2$ V.
12. CM_L est le taux d'accroissement maximal admissible de la tension en mode commun pour être sûr que la sortie reste à l'état logique bas, c'est-à-dire, $V_{OUT} < 0,8$ V.
13. Dans les applications pour lesquelles dV/dt peut dépasser 50.000 V/µs (décharges statiques par exemple), une résistance R_{CC}, doit être placée en série dans l'alimentation pour protéger les détecteurs intégrés contre les pointes de courant. La valeur recommandée pour R_{CC} est donnée par $R_{CC} \approx \frac{1\ V}{0,6\ I_F\ (mA)}$ kΩ

* Normes JEDEC

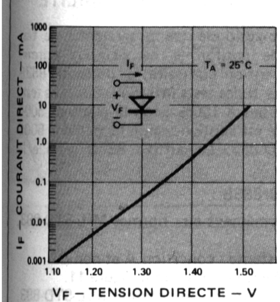


FIGURE 1 – Courant d'entrée directe de la diode en fonction de la tension d'entrée directe

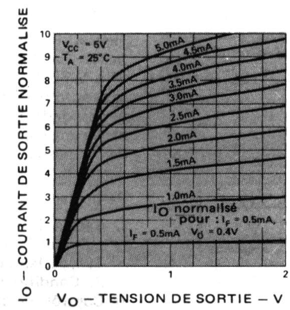


FIGURE 2 – Caractéristiques de transfert en courant continu normalisé

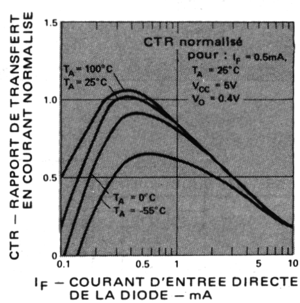


FIGURE 3 – Rapport de transfert en courant normalisé en fonction du courant direct d'entrée de la diode

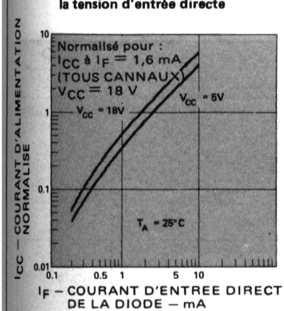


FIGURE 4 – Courant d'alimentation normalisé en fonction du courant direct de la diode

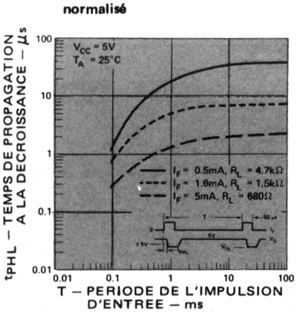


FIGURE 5 – Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie en fonction de la période des impulsions à l'entrée

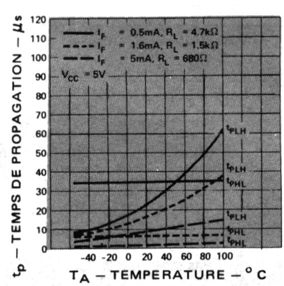


FIGURE 6 – Temps de propagation en fonction de la température

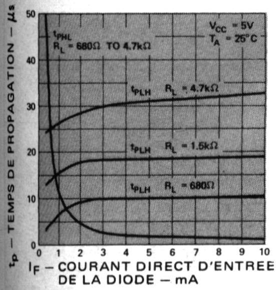


FIGURE 7 – Temps de propagation en fonction du courant direct d'entrée de la diode

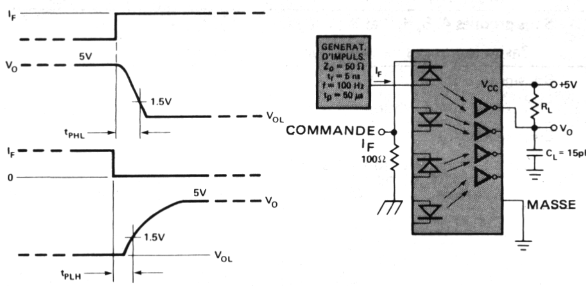


FIGURE 8 – Circuit de mesure en commutation

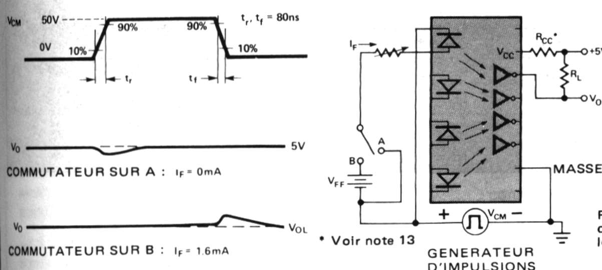


FIGURE 9 – Circuit de mesure de l'immunité contre les transitoires et formes d'ondes typiques

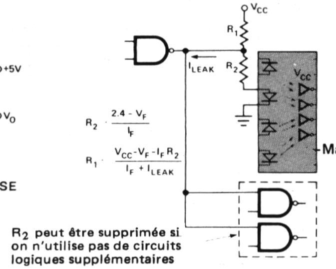


FIGURE 10 – Circuit de commandes recommandé avec logique TTL

PHOTOCOUPLEURS

REFERENCES

Produit	Méthodes 5004 et 5005 Norme MIL-STD-883
6N140	6N140/883B

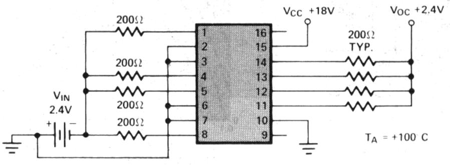


FIGURE 11 — Circuit de déverminage

PROGRAMME DE TESTS HAUTE FIABILITE

Hewlett-Packard a perfectionné ses programmes de test haute fiabilité afin de conformer ceux-ci aux normes MIL-M-38510. Sauf mention contraire, le dispositif 883B est conforme au groupe B des tests MIL-STD-883. Ces tests correspondent à des essais à 100% selon la méthode 5004 et le contrôle de qualité est appliqué selon la méthode 5005 de la norme MIL-STD-883. Le suffixe 883B indique le niveau B.

Particularités du 6N140/883B :

I. Test à 100% conformément aux normes MIL-STD-883, méthode 5004
   1. Accélération constante - condition A et non E.
   2. Conditions de déverminage selon la figure 11.

II. Contrôle de qualité conforme aux normes MIL-STD-883, méthode 5005.

Groupe A

	LTPD
Sous-groupe 1 Tests statiques à $T_A = 25°C$, I_{OH}, I_{CCL}, I_{CCH}, CTR, V_F, B_{VR} et $I_{I/O}$	5
Sous-groupe 2 Tests statiques à $T_A = +100°C$ (1), I_{OH}, I_{CCL}, I_{CCH}, CTR	7
Sous-groupe 3 Tests statiques à $T_A = -55°C$, I_{OH}, I_{CCL}, I_{CCH}, CTR	7
Sous-groupes 4, 5, 6, 7 et 8 Ces sous-groupes ne s'appliquent pas à ce type de dispositif	
Sous-groupe 9 Tests de commutation à $T_A = 25°C$, t_{PLH1}, t_{PHL1}, t_{PLH2}, t_{PHL2}, CM_H et CM_L	7
Sous-groupe 10 Tests de commutation à $T_A = +100°C$ (1)	10
Sous-groupe 11 Tests de commutation à $T_A = -55°C$	10

Sous-groupe 2 :

Symbole	Min.	Max.	Unité	Conditions de mesure
V_F		1,8	V	$I_F = 1,6$ mA
B_{VR}	3		V	$I_R = 10\ \mu A$

Sous-groupe 3 :

Symbole	Min.	Max.	Unité	Conditions de mesure
V_F		1,8	V	$I_F = 1,6$ mA
B_{VR}	3		V	$I_R = 10\ \mu A$

Sous-groupe 10 :

Symbole	Max.	Unité	Conditions de mesure	
t_{PLH1}	300	µs	$I_F = 0,5$ mA, $R_L = 4,7\ \Omega$	$V_{CC} = 5$ V
t_{PLH2}	80	µs	$I_F = 5$ mA, $R_L = 680\ \Omega$	$V_{CC} = 5$ V
t_{PHL1}	200	µs	$I_F = 0,5$ mA, $R_L = 4,7\ \Omega$	$V_{CC} = 5$ V
t_{PHL2}	10	µs	$I_F = 5$ mA, $R_L = 680\ \Omega$	$V_{CC} = 5$ V

Sous-groupe 11 :

Symbole	Max.	Unité	Conditions de mesure	
t_{PLH1}	300	µs	$I_F = 0,5$ mA, $R_L = 4,7\ \Omega$	$V_{CC} = 5$ V
t_{PLH2}	80	µs	$I_F = 5$ mA, $R_L = 680\ \Omega$	$V_{CC} = 5$ V
t_{PHL1}	200	µs	$I_F = 0,5$ mA, $R_L = 4,7\ \Omega$	$V_{CC} = 5$ V
t_{PHL2}	10	µs	$I_F = 5$ mA, $R_L = 680\ \Omega$	$V_{CC} = 5$ V

Limites et conditions conformément au tableau II.

Groupe B

Conformément à la méthode 5005.

Groupe C

1. Tests de durée de vie selon la figure 11.
2. Accélération constante - condition A et non E.

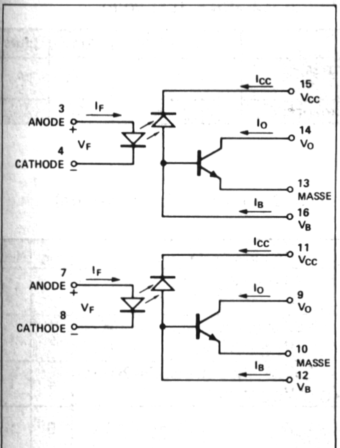
Groupe D

1. Accélération constante - condition A non E.
2. Contenu interne en vapeur d'eau - tests non effectués.

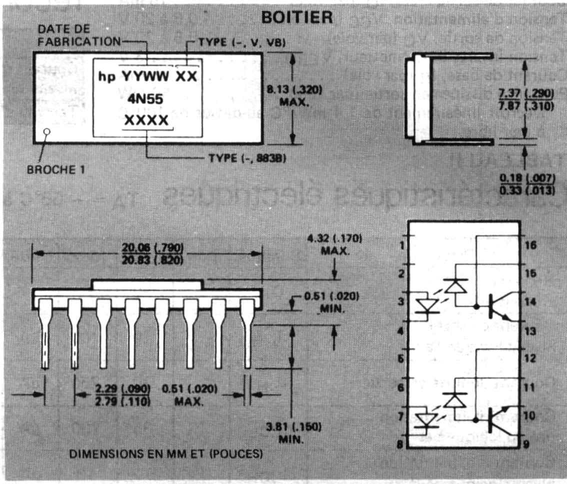
PHOTOCOUPLEURS DOUBLES HERMÉTIQUES

4N55
4N55/883B

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984



SCHEMA



Caractéristiques

- HERMETIQUE
- CONFORME AUX NORMES MIL-STD-883
- GRANDE VITESSE : 400k bits/s TYPIQUE
- PERFORMANCES GARANTIES DANS LA PLAGE DE TEMPERATURE AMBIANTE −55°C A + 125°C
- DISPOSITIFS SUPPLEMENTAIRES TESTES ET A HAUTE FIABILITE DISPONIBLES
- BANDE PASSANTE : 2 MHz
- SORTIES A COLLECTEUR OUVERT
- ALIMENTATION : 18 V_{CC}
- BOITIER DUAL-IN-LINE
- TENSION D'ISOLEMENT : 1500 V_{CC}
- GRANDE IMMUNITE AUX RADIATIONS

Applications

- SYSTEMES A HAUTE FIABILITE
- RECEPTEURS DE LIGNE
- ISOLEMENT DE LA MASSE EN LOGIQUE NUMERIQUE
- ISOLEMENT DE LA MASSE DE SIGNAUX ANALOGIQUES
- ELEMENT DE CONTRE REACTION POUR ALIMENTATIONS A DECOUPAGE
- SYSTEME DE COMMANDE ET SURVEILLANCE DE VEHICULES
- EQUIPEMENTS DE TEST
- DECALAGE DE NIVEAUX

Description

Le 4N55 comporte deux photocoupleurs indépendants en boîtier céramique, hermétique. Chaque voie consiste en une diode électroluminescente et un détecteur de photons intégrés, fournissant un isolement électrique de 1500 V entre entrée et sortie. L'accès séparé à la photodiode et au collecteur du transistor permet d'améliorer la vitesse qui atteint quelques centaines de fois celle d'un photocoupleur traditionnel en réduisant la capacité base-collecteur.

Le 4 N55 est utilisable dans des applications analogiques à bande passante ou l'interface TTL à LSTTL ou CMOS. Le rapport de transfert en courant n'est pas inférieur à 9% à I_F = 16 mA entre − 55°C et + 125°C. Son alimentation sous 18 V_{CC} permet de l'utiliser pour l'interface entre TTL et CMOS. L'accès à la base du transistor permet de régler au mieux le compromis gain-bande passante en analogique. Le peu de profondeur de la photodiode intégrée donne une meilleure immunité aux radiations que les phototransistors des coupleurs traditionnels.

Le nouveau dispositif Hewlett-Packard 4N55/883B est conforme au niveau de qualité B de la norme MIL-STD-883. Ce photocoupleur, appartenant à la famille 4N55, est recommandé pour des applications à haute fiabilité. Les dispositifs 4N55TXV et 4N55TXVB sont toujours disponibles. Pour de plus amples renseignements, s'adresser à un ingénieur Hewlett-Packard.

Valeurs limites absolues

Température de stockage . . . . – 65°C à + 150°C
Température de fonctionnement . . . . . – 55°C à + 125°C
Température de soudage . . . . 260°C pendant 10 s (à 1,6 mm du plan de base)
Courant direct moyen à l'entrée, I_F (par voie) . . . . 20 mA
Courant direct crête à l'entrée, I_F (par voie, durée ⩽ 1 ms) . . . . 40 mA
Tension d'entrée inverse, V_R (par voie) . . . . 5 V
Puissance dissipée à l'entrée (par voie) . . . . 36 mW
Courant de sortie moyen, I_O (par voie) . . . . 8 mA
Courant de sortie crête, I_O (par voie) . . . . 16 mA
Tension d'alimentation, V_{CC} (par voie) . . . – 0,5 à 20 V
Tension de sortie, V_O (par voie) . . . . – 0,5 à 20 V
Tension inverse base-émetteur, V_{EBO} . . . . 3 V
Courant de base, I_B (par voie) . . . . 5 mA
Puissance dissipée en sortie (par voie) . . . . 50 mW
Décroît linéairement de 1,4 mW/°C au-dessus de 100°C à l'air libre.

ATTENTION : Les faibles dimensions de la jonction imposées par la conception de ce coupleur bipolaire accroissent sa sensibilité aux décharges électrostatiques. Il est prudent de prendre les précautions normales habituelles dans la manipulation et le montage de ce composant pour éviter de l'endommager ou de le dégrader par décharges électrostatiques.

TABLEAU I

Conditions de fonctionnement recommandées (par voie)

	Symbole	Min.	Max.	Unités
Courant d'entrée, niveau bas	I_{FL}		250	µA
Tension d'alimentation	V_{CC}	2	18	V

TABLEAU II

Caractéristiques électriques T_A = – 55°C à + 125°C (sauf mention contraire)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.**	Max.	Unités	Conditions de mesure	Fig.	Note
Rapport de transfert en courant	CTR *	9	20		%	I_F = 16 mA, V_O = 0,4 V, V_{CC} = 4,5 V	2,3	1,2
Courant de sortie niveau logique haut	I_{OH}		20	100	µA	I_F = 0, I_F (autre voie) = 20 mA V_O = V_{CC} = 18 V	4	1
Courant de fuite en sortie	I_{OH1}*		70	250	µA	I_F=250µA, I_F(autre voie)=20 mA V_O = V_{CC} = 18 V	4	1
Courant d'alimentation niveau logique bas	I_{CCL}*		35	200	µA	I_{F1} = I_{F2} = 20 mA, V_{CC} = 18 V	5	1
Courant d'alimentation niveau logique haut	I_{CCH}*		0,2	10	µA	I_F=0mA, I_F (autre voie) = 20 mA V_{CC} = 18 V		1
Tension directe d'entrée	V_F *		1,5	1,8	V	I_F = 20 mA	1	1
Tension inverse d'entrée	B_{VR} *	3			V	I_R = 10 µA		1
Courant de fuite entrée-sortie	I_{I-O} *			1	µA	45% d'humidité relative T_A=25°C, t=5 s, V_{I-O}=1500 Vcc		3
Temps de propagation à la croissance du signal de sortie	t_{PLH}*		2	6	µs	R_L = 8,2 kΩ, C_L = 50 pF I_F = 16 mA, V_{CC} = 5 V	6,9	1
Temps de propagation à la décroissance du signal de sortie	t_{PHL}*		0,4	2	µs	R_L = 8,2 kΩ, C_L = 50 pF I_F = 16 mA, V_{CC} = 5 V	6,9	1

* Normes JEDEC

** Valeurs typiques pour V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

Notes :

1. Par voie.
2. Le RAPPORT DE TRANSFERT EN COURANT (CTR) est défini comme le rapport entre le courant de sortie collecteur, I_O, et le courant direct d'entrée, I_F, en %. Il se dégrade dans le temps en fonction du courant d'entrée, de la température, du rapport cyclique et de la durée de fonctionnement. Se reporter à la Note d'Applications 1002. En bref, il est recommandé de se réserver une marge de sécurité de 20 à 25% pour compenser la dégradation du CTR.

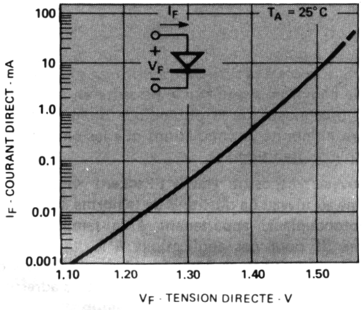


FIGURE 1 — Caractéristiques d'entrée de la diode

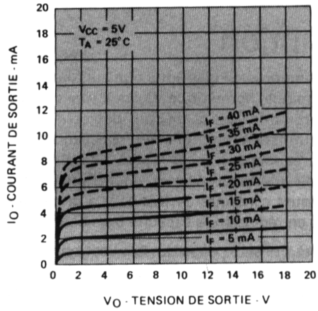


FIGURE 2 — Caractéristiques de transfert en continu et en impulsions

TABLEAU III

Caractéristiques typiques à $T_A = 25°C$

Paramètre	Symbole	Typ.	Unités	Conditions de mesure	Fig.	Note
Coefficient de température de la tension directe	$\frac{\Delta V_F}{\Delta T_A}$	– 1,9	mV/°C	$I_F = 18$ mA		1
Capacité d'entrée	C_{in}	120	pF	f = 1 MHz, $V_F = 0$		1
Résistance entrée-sortie	$R_{I\text{-}O}$	10^{12}	Ω	$V_{I\text{-}O} = 500$ Vcc		1
Capacité entrée-sortie	$C_{I\text{-}O}$	1,0	pF	f = 1 MHz		1,4
Courant de fuite entrée-sortie (isolement)	$I_{I\text{-}I}$	1	pA	45% d'humidité relative $V_{I\text{-}I} = 500$ Vcc, t = 5 s		5
Capacité entrée-entrée	$C_{I\text{-}I}$	0,55	pF	f = 1 MHz		5
Gain en courant du transistor	h_{FE}	150	—	$V_O = 5$ V, $I_O = 3$ mA		1
Rapport de transfert en courant sur petits signaux	$\frac{\Delta I_O}{\Delta I_F}$	21	%	$V_{CC} = 5$ V, $V_O = 2$ V	7	1
Immunité contre les transitoires en mode commun sortie niveau logique haut	CM_H	1000	V/µs	$I_F = 0$, $R_L = 8{,}2$ kΩ $V_{CM} = 10$ V crête à crête V_O (min) = 2 V	10	1,6
Immunité contre les transitoires en mode commun sortie niveau logique bas	CM_L	– 1000	V/µs	$I_F = 16$ mA, $R_L = 8{,}2$ kΩ $V_{CM} = 10$ V crête à crête V_O (max) = 0,8 V	10	1,7
Bande passante	BW	2	MHz	$R_L = 100$ Ω	8	8

Notes (suite) :

3. Mesuré entre les broches 1 à 8 court-circuitées et les broches 9 à 16 court-circuitées.
4. Mesuré entre les broches d'entrée court-circuitées et les broches de sortie court-circuitées.
5. Mesuré entre les broches 3 et 4 court-circuitées et les broches 7 et 8 court-circuitées.
6. CM_H est le taux d'accroissement maximal admissible (dV/dt) du front avant de l'impulsion de mode commun, V_{CM}, pour laquelle la sortie reste à l'état logique haut (ex. $V_O > 2$ V).
7. CM_L est le taux d'accroissement maximal admissible (dV/dt) du front arrière de l'impulsion de mode commun, V_{CM}, pour laquelle la sortie reste à l'état logique bas (ex. $V_O < 0{,}8$ V).
8. La bande passante correspond à la fréquence pour laquelle la tension de sortie alternative est à 3 dB au-dessous de l'asymptote de la fréquence basse.

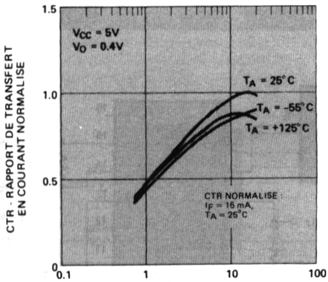


FIGURE 3 — Rapport de transfert en courant normalisé en fonction du courant d'entrée direct de la diode

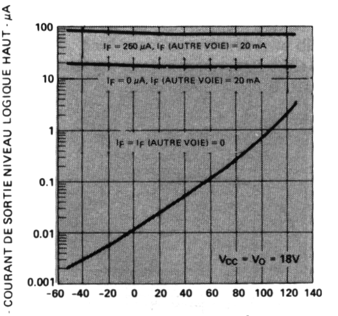


FIGURE 4 — Courant de sortie niveau logique haut en fonction de la température

PHOTOCOUPLEURS

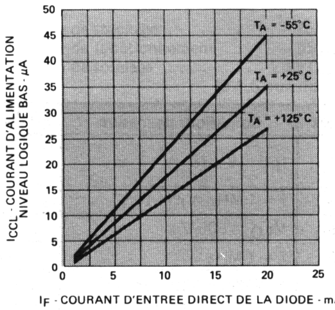


FIGURE 5 — Courant d'alimentation niveau logique bas en fonction du courant d'entrée direct de la diode

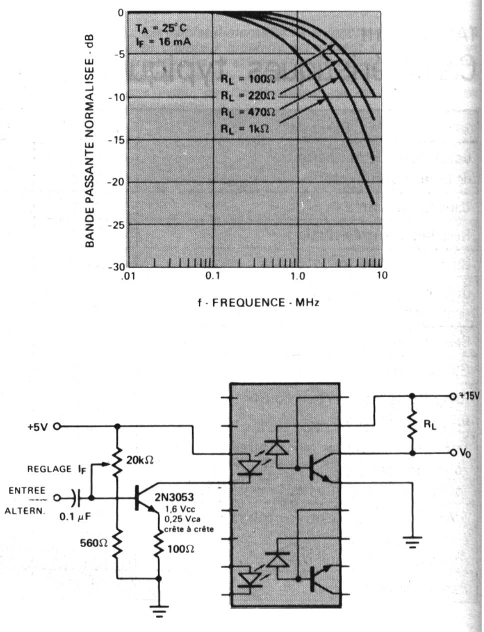


FIGURE 8 — Réponse en fréquence

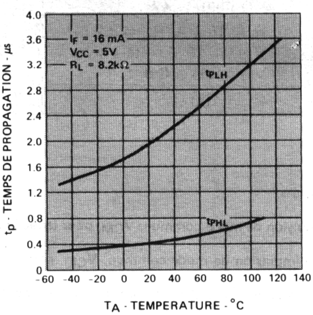


FIGURE 6 — Temps de propagation en fonction de la température

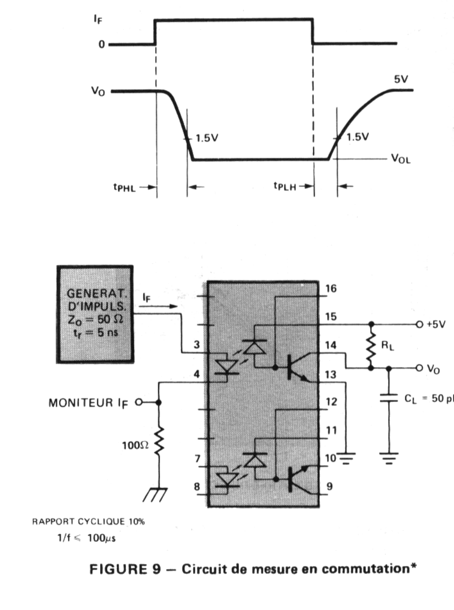


FIGURE 9 — Circuit de mesure en commutation*

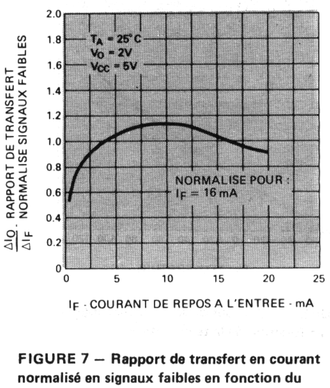


FIGURE 7 — Rapport de transfert en courant normalisé en signaux faibles en fonction du courant de repos

* Normes JEDEC

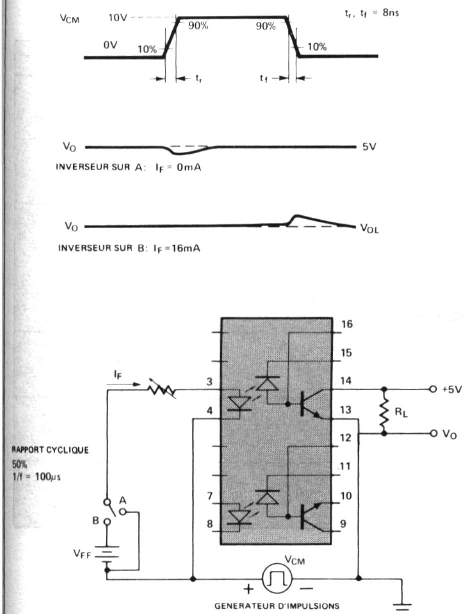
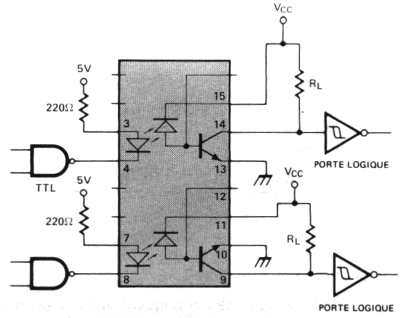


FIGURE 10 — Circuit de mesure de l'immunité contre les transitoires et formes d'ondes



Famille logique	LSTTL	CMOS	
Référence	54LS14	CD40106BM	
V_{CC}	5 V	5 V	15 V
R_L Tolérance 5%	* 18 kΩ	8,2 kΩ	22 kΩ

* LA RESISTANCE EQUIVALENTE DE CHARGE EN SORTIE DEPEND DU COURANT D'ENTREE DU LSTTL, SA VALEUR APPROXIMATIVE EST DE 8,2 kΩ.

Ce montage correspond à un cas le plus défavorable prenant en compte une dégradation du CTR de 25%. Pour évaluer plus finement sa dégradation et la durée de vie, consulter l'AN 1002.

FIGURE 11 — Interface logique recommandée

REFERENCES

Produit	Méthodes 5004 et 5005 Norme MIL-STD-883
4N55	4N55/883B

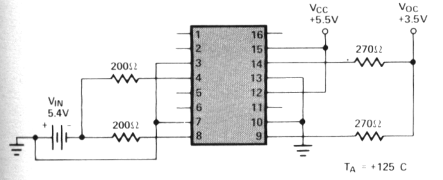


FIGURE 12 — Circuit de déverminage

PROGRAMME DE TESTS HAUTE FIABILITE

Hewlett-Packard a perfectionné ses programmes de tests haute fiabilité afin de conformer ceux-ci aux normes MIL-M-38510. Sauf mention contraire, le dispositif 883B est conforme au groupe B des tests MIL-STD-883. Ces tests correspondent à des essais à 100% selon la méthode 5004 et le contrôle de qualité est appliqué selon la méthode 5005 de la norme MIL-STD-883. Le suffixe 883B indique le niveau B.

Particularités du 4N55/883B :

I. Test à 100% conformément aux normes MIL-STD-883, méthode 5004
   1. Accélération constante - condition A et non E.
   2. Conditions de déverminage selon la figure 12.

II. Contrôle de qualité conforme aux normes MIL-STD-883, méthode 5005.

Groupe A

	LTPD
Sous-groupe 1 Tests statiques à $T_A = 25°C$, I_{OH}, B_{VR}, I_{CCL}, I_{CCH}, CTR, V_F, I_{OH1} et $I_{I/O}$	5
Sous-groupe 2 Tests statiques à $T_A = +125°C$, I_{OH}, B_{VR}, I_{CCL}, I_{CCH}, CTR, V_F et I_{OH1}	7
Sous-groupe 3 Tests statiques à $T_A = -55°C$, I_{OH}, B_{VR}, I_{CCL}, I_{CCH}, CTR, V_F et I_{OH1}	7
Sous-groupes 4, 5, 6, 7 et 8 Ces sous-groupes ne s'appliquent pas à ce genre de dispositif	
Sous-groupe 9 Tests de commutation à $T_A = 25°C$, t_{PLH} et t_{PHL}	7
Sous-groupe 10 Tests de commutation à $T_A = +125°C$, t_{PLH} et t_{PHL}	10
Sous-groupe 11 Tests de commutation à $T_A = -55°C$, t_{PLH} et t_{PHL}	10

Groupe B

Conformément à la méthode 5005

Groupe C

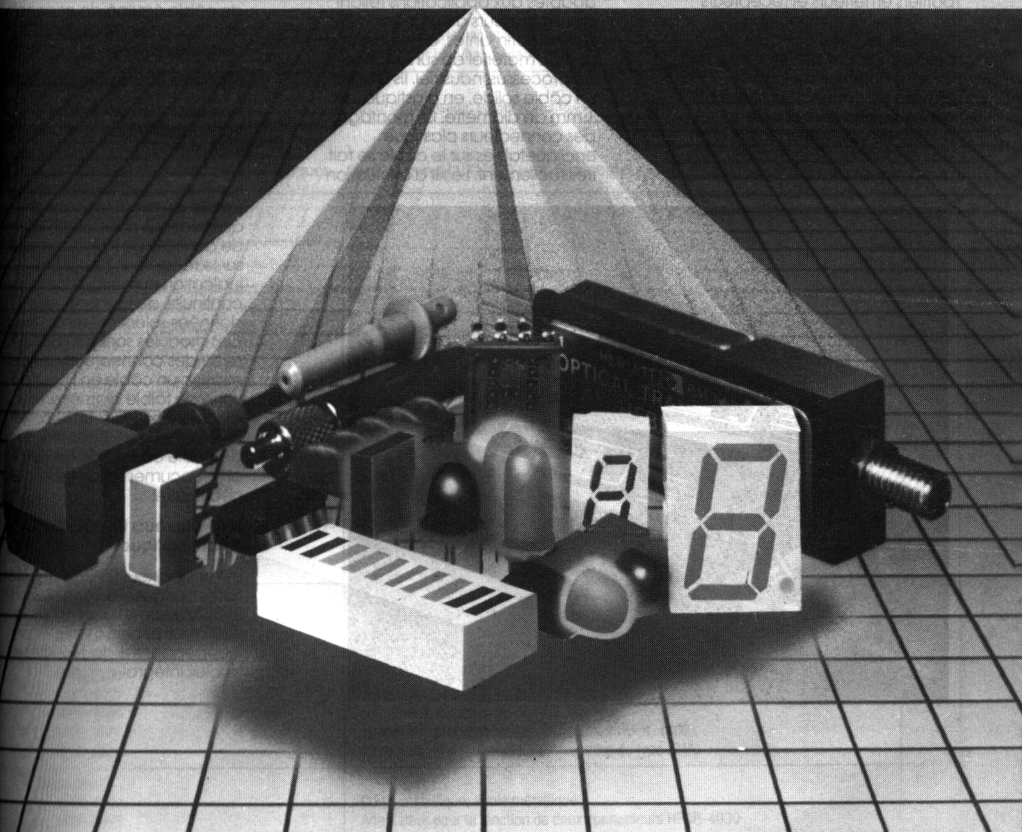
1. Tests de durée de vie selon la figure 12
2. Accélération constante - condition A et non E

Groupe D

1. Accélération constante - condition A et non E
2. Contenu interne en vapeur d'eau - tests non effectués

6. Fibres optiques

- Systèmes de transmission à connecteurs encliquetables
- Systèmes de transmission miniatures
- Modules hautes performances
- Câbles
- Kits d'assemblage des connecteurs pour fibres optiques
- Multiplexeur
- Détecteurs



HEWLETT PACKARD

Fibres optiques

Hewlett-Packard propose trois grandes familles de composants pour fibres optiques répondant à des applications très diverses. La conception et les caractéristiques de chacune de ces familles facilitent leur emploi et assurent des performances garanties pour toute liaison.

Les méthodes de spécification de Hewlett-Packard tout en assurant des performances garanties au système de transmission facilitent également la conception. La puissance optique en sortie d'un émetteur et la sensibilité du récepteur sont spécifiées à l'extrémité d'une certaine longueur de câble d'essai. Ces spécifications prennent en compte les variations de température et les tolérances des connecteurs. Toutes les familles de composants incorporent aux boîtiers émetteurs et récepteurs les connecteurs appelés à recevoir les fibres optiques. Le pré-alignement de l'émetteur en usine, à l'intérieur de la prise femelle du connecteur réduit au minimum les variations de puissance optique en sortie, d'où des exigences de gammes dynamiques réduites pour le récepteur. Les vitesses de transmission et les distances garanties pour les différentes paires de transrécepteurs sont indiquées dans le guide de sélection présenté dans les pages suivantes.

Hewlett-Packard propose un véritable choix de câbles pour fibres optiques, qu'il s'agisse de fibres de verre ou de plastique, de liaisons monovoies ou bivoies, de connecteurs montés en usine ou livrés en vrac. Dans chaque cas, le rattachement du connecteur a été conçu pour économiser sur les coûts de production.

Système de transmission par fibre optique plastique à connecteurs encliquetables

Economiques, faciles à utiliser, ces systèmes sont particulièrement adaptés aux applications reliant des ordinateurs à des terminaux, à des imprimantes, à des traceurs et à du matériel de surveillance de processus industriel. Ils utilisent un câble solide, en plastique, de 1 mm de diamètre. Le montage des connecteurs plastique encliquetables sur le câble se fait très facilement. Le kit d'évaluation HFBR-0500 contient un émetteur, un récepteur, 5 m de câble équipé de connecteurs, des connecteurs supplémentaires, un kit de polissage et la documentation technique appropriée.

Système de liaison par fibre optique miniature

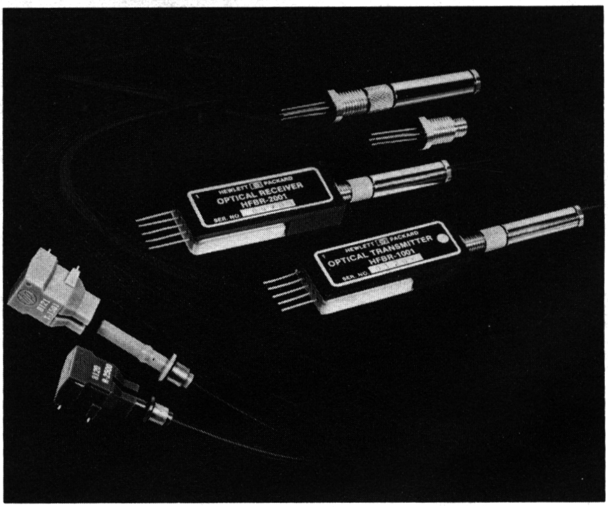
Cette famille de composants offre un choix étendu de performances et est destinée à l'informatique, au contrôle de processus industriel et aux applications militaires. La conception du système de couplage optique entre la lentille et la fibre de verre de faible diamètre en fait des composants tout à fait fiables. Ils sont fournis avec des connecteurs de type SMA ou de type HP. Le kit d'évaluation HFBR-0200 contient un émetteur, un récepteur, 10 m de câble équipé de connecteurs et la documentation technique nécessaire.

Modules hautes performances

Une capacité de liaison transparente TTL/TTL et une indépendance complète vis-à-vis des différents formats de données facilitent l'utilisation de cette famille de modules dans des applications diverses. Un système de contrôle de la liaison, placé sur le récepteur, fournit une indication numérique de la continuité de la liaison, que des données soient présentes ou non. Ces modules sont compatibles avec des connecteurs de type HP et avec un câble en fibre de verre de faible diamètre. Le kit d'évaluation HFBR-0010 contient un émetteur, un récepteur, 10 m de câble équipé de connecteurs et la documentation technique nécessaire.

Multiplexeurs RS-232-C/V.24 à fibre optique

Le multiplexeur RS-232-C/V.24 à fibres optiques, à 16 voies, modèle 39301A permet l'extension jusqu'à 1250 mètres de 16 voies indépendantes de 19,2 Kbps en duplex intégral.



Guide de sélection

Système de liaison à connecteurs encliquetables : caractéristiques - fibre plastique (ø 1 mm), connecteurs encliquetables plastique, sortie compatible TTL.

Produits/Références		Description			Page
Kit d'évaluation HFBR-0500		Emetteur HFBR-1501, récepteur HFBR-2501, 5 mètres de câble avec connecteurs, connecteurs, kit de polissage, documentation technique			6-5
Paires de transrécepteurs			Distance garantie*	Vitesse de transmission garantie*	
HFBR-1501/HFBR-2501			17 mètres	5 MBd	
HFBR-1502/HFBR-2502			29 mètres	1 MBd	
Câbles					
Monovoie	Bivoie		Longueur de câble		
HFBR-3501	–		0,1 mètre		
HFBR-3502	HFBR-3602		0,5 mètre		
HFBR-3503	HFBR-3603		1 mètre		
HFBR-3504	HFBR-3604		5 mètres	Avec connecteurs	
HFBR-3505	HFBR-3605		10 mètres		
HFBR-3506	HFBR-3606		15 mètres		
HFBR-3507	HFBR-3607		20 mètres		
HFBR-3508	HFBR-3608		25 mètres		
HFBR-3589	HFBR-3689		25 mètres		
HFBR-3590	HFBR-3690		100 mètres	Sans connecteurs	
HFBR-3591	HFBR-3691		500 mètres		
Connecteurs					
HFBR-4501		Connecteur gris/bague de fixation			
HFBR-4511		Connecteur bleu/bague de fixation			
Kit de polissage					
HFBR-4595		Outil de polissage, papier abrasif			

Système de liaison miniature : caractéristiques - fibre en verre (100/400 μm). Connecteurs métalliques de précision.

Produits/Références		Description			Page
Kit d'évaluation HFBR-0200		Emetteur HFBR-1201, récepteur HFBR-2201, 10 mètres de câble HFBR-3001, accessoires de montage			6-13
Paires de transrécepteurs					6-21 6-25
Connecteurs de type HP	Connecteurs de type SMA		Distance garantie*	Vitesse de transmission garantie*	
HFBR-1201/-2201	HFBR-1202/-2202		800 mètres	5 MBd	
HFBR-1201/-2203	HFBR-1202/-2204		1200 mètres	40 MBd	
HFBR-1203/-2201	HFBR-1204/-2202		1800 mètres	5 MBd	
HFBR-1203/-2203	HFBR-1204/-2204		2100 mètres	40 MBd	
Transrécepteurs 20 MBd (modifiés à 40 MBd)					6-33
Connecteurs de type HP	Connecteurs de type SMA		Distance garantie	Format des données	
HFBR-0221	HFBR-0222		1100 mètres	Rapport cyclique 33 à 67 % (pour utilisation avec des codes de type Manchester)	
HFBR-0223	HFBR-0224		625 mètres	Rapport cyclique standard 95 % (pour utilisation avec des codes de type NRZ)	
Câbles					6-53
Monovoie	Bivoie				
HFBR-3000 (OPT 001)	HFBR-3100 (OPT 001)	Longueur à la demande, livré avec connecteur (HBFR-4000)			
HFBR-3000 (OPT 002)	HFBR-3100 (OPT 002)	Longueur à la demande, livré avec connecteur (de type SMA)			6-55
HFBR-3200	HFBR-3300	Longueur à la demande, sans connecteur			
HFBR-3001		10 mètres, avec connecteur (connecteur HBFR-4000)			
HFBR-3021		10 mètres, avec connecteur (connecteur de type SMA)			
Connecteurs					6-57
HFBR-4000		Corps métallique, virole métallique			
HFBR-3099		Adaptateur pour la jonction de deux connecteurs HFBR-4000			

*Performances de la liaison à 25 °C.

Système de liaison miniature : caractéristiques - fibre en verre (100/400 µm). Connecteurs métalliques de précision. (suite)

Produits/Références	Description	Page
Kit d'assemblage des connecteurs HFBR-0100 HFBR-0101 HFBR-0102	 Kit d'installation par le client pour les connecteurs HFBR-4000 (outils et produits consommables fournis dans un coffret) Produits consommables de rechange pour kit HFBR-0100 Ensemble constitué uniquement d'outils spéciaux	6-59
Accessoires de montage HFBR-4201 HFBR-4202	 Support de montage de la carte de circuits imprimés, blindage contre les champs électromagnétiques, accessoires divers pour les HFBR-1201/-1203/-2201/-2203 Support de montage de la carte de circuits imprimés, blindage contre les champs électromagnétiques, accessoires divers pour les HFBR-1202/-1204/-2202/-2204	6-13

Système de liaison à modules hautes performances : fibre de verre (100/140 µm). Connecteurs métalliques de précision, sortie compatible TTL, système de contrôle de la liaison, code transparent à trois niveaux.

Produits/Références		Description			Page
Kit d'évaluation HFBR-0010		Emetteur HFBR-1001, récepteur HFBR-2001, 10 mètres de câble documentation technique avec connecteurs			
Paires de transrécepteurs		Distance garantie*	Vitesse de transmission garantie*	Types de connecteurs	
HFBR-1001/-2001		180 mètres	10 MBd	HFBR-4000	6-41
HFBR-1002/-2001		1500 mètres	10 MBd	HFBR-4000	6-45
Câbles Monovoie	 Bivoie				
HFBR-3000 (OPT 001)	HFBR-3100 (OPT 001)	Longueur à la demande, livré avec connecteur (HBFR-4000)			6-53
HFBR-3000 (OPT 002)	HFBR-3100 (OPT 002)	Longueur à la demande, livré avec connecteur (de type SMA)			
HFBR-3200	HFBR-3300	Longueur à la demande, sans connecteur			6-55
HFBR-3001		10 mètres, avec connecteur (connecteur HBFR-4000)			
HFBR-3021		10 mètres, avec connecteur (connecteur de type SMA)			
Connecteurs HFBR-4000 HFBR-3099		 Corps métallique, virole métallique Adaptateur pour la jonction de deux connecteurs HFBR 4000			6-57
Kit d'assemblage des connecteurs HFBR-0100 HFBR-0101 HFBR-0102		 Kit d'installation par le client pour les connecteurs HFBR-4000 (outils et produits consommables fournis dans un coffret) Produits consommables de rechange pour kit HFBR-0100 Ensemble constitué uniquement d'outils spéciaux			6-59

Matériel de communications de données

Produits/Références	Description	Page
Multiplexeur RS-232-C/V.24 à fibre optique Multiplexeur 39301A	Longueur 1250 mètres, vitesse de transmission des données 19,2 kb/s/voie, 16 voies d'entrée/sortie RS-232-C	*

* Pour toute information complémentaire sur le Multiplexeur 39301A, reportez-vous à la fiche technique correspondante, ou adressez-vous au bureau commercial Hewlett-Packard ou à un distributeur agréé.

Photodiodes PIN : boîtiers divers, grande vitesse, faible capacité, faible bruit.

Produits/Références	Description	Page
Série 5082-4200	Photodiodes PIN ultra-rapides utilisables dans les applications à fibres optiques	6-6[illegible]

* Performances de la liaison à 25 °C.

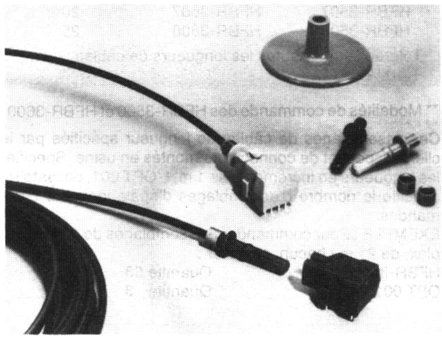
SYSTEME DE TRANSMISSION PAR FIBRE OPTIQUE A CONNECTEURS ENCLIQUETABLES

HFBR-0500 A HFBR-4595

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- BOITIERS PLASTIQUES DUAL-IN-LINE A FAIBLE COUT
- CONNECTEURS ENCLIQUETABLES
- EMETTEUR OPTIMISE POUR LES FIBRES OPTIQUES EN PLASTIQUE
- MONTAGE TRES FACILE DES CONNECTEURS
- RECEPTEUR BLINDE POUR IMMUNITE CONTRE LE BRUIT
- LONGUEUR DE LA LIAISON JUSQU'A 22 METRES - FONCTIONNEMENT GARANTI EN TEMPERATURE
- VITESSE DE TRANSMISSION : DU CONTINU A 5 MBd
- NIVEAU DE SORTIE COMPATIBLE TTL/LSTTL
- SORTIE SUR RESISTANCE DE CHARGE INTERNE OU A COLLECTEUR OUVERT, AU CHOIX
- CABLES DE LONGUEUR STANDARD OU A LA DEMANDE
- RECEPTEUR ALIMENTE PAR UNE SEULE SOURCE +5V
- EMETTEUR ET RECEPTEUR DIFFERENCIES PAR LEUR COULEUR
- CABLE SIMPLEX ET CABLE DUPLEX PRESENTATION SINDEX



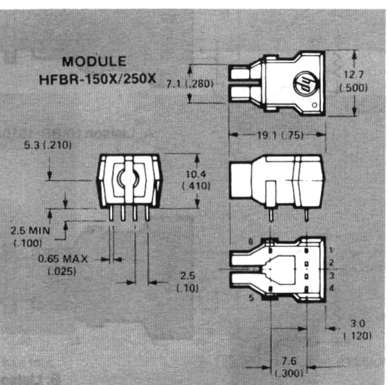
Applications

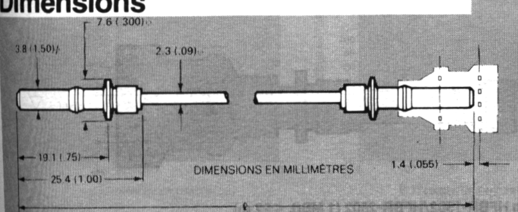
- SYSTEMES REGULES UTILISES EN ZONE A FORTES PERTURBATIONS ELECTROMAGNETIQUES (FCC, VDE)
- TRANSMISSION DE DONNEES INTER OU INTRA-SYSTEMES
- PROTECTION CONTRE LES CHARGES STATIQUES
- ISOLEMENT HAUTE TENSION
- EQUIPEMENTS MEDICAUX
- SECRET DE L'INFORMATION TRANSMISE

Description

Les éléments de la série HFBR-0500 permettent de réaliser des liaisons à fibres optiques lors de la transmission de données numériques sur de courtes distances. La liaison de ces composants - étudiés pour recevoir un connecteur encliquetable monté sur câble à fibre plastique - a été simplifiée par la compatibilité logique des récepteurs et la facilité de connexion des câbles. L'ensemble des liaisons configurées dans la série HFBR-0500 est entièrement garanti et un kit d'évaluation, équipé des éléments et de la documentation nécessaires, permet à l'utilisateur d'assurer leur réalisation et leur fonctionnement.

Dimensions





*IDENTIQUES EXCEPTÉ LA COULEUR

DIMENSIONS EN mm (pouce)
TOUTES DIMENSIONS ± 0.25 mm SAUF SPÉCIFICATION CONTRAIRE

FIBRES OPTIQUES

Modalités de commande

Câble à fibres optiques plastiques avec connecteurs

Une voie	Deux voies	Longueur* (mètres)
HFBR-3500**	HFBR-3600**	A la demande
HFBR-3501	– –	0,1
HFBR-3502	HFBR-3602	0,5
HFBR-3503	HFBR-3603	1
HFBR-3504	HFBR-3604	5
HFBR-3505	HFBR-3605	10
HFBR-3506	HFBR-3606	15
HFBR-3507	HFBR-3607	20
HFBR-3508	HFBR-3608	25

* Tolérance pour toutes les longueurs de câbles : + 10 % – 0 %

** Modalités de commande des HFBR-3500 et HFBR-3600 :

Ces assemblages de câbles de longueur spécifiée par le client disposent de connecteurs montés en usine. Spécifier les longueurs en incréments de 1 m. L'OPT 001, obligatoire, spécifie le nombre d'assemblages d'égale longueur commandés.

EXEMPLE : Pour commander 3 assemblages de câbles Duplex, de 21 m chacun, spécifier :

HFBR-3600	Quantité 63
OPT 001	Quantité 3

Modules/Connecteurs

Emetteurs HFBR-1510/1501/1502
Récepteurs HFBR-2501/2502
Connecteur gris et virole de sertissage HFBR-4501
Connecteur bleu et virole de sertissage HFBR-4511.

Câble optique plastique sans connecteur

Une voie	Deux voies	Longueur* (mètres)
HFBR-3589	HFBR-3689	25
HFBR-3590	HFBR-3690	100
HFBR-3591	HFBR-3691	500

Kit de polissage HFBR-4595
Outil de polissage - Papier abrasif.

Kit d'évaluation HFBR-0500

HFBR-1510	Emetteur (gris)
HFBR-2501	Récepteur (bleu)
HFBR-3504	Câble de 5 m avec connecteur
HFBR-4501	Connecteur gris avec virole de sertissage
HFBR-4511	Connecteur bleu avec virole de sertissage
HFBR-4595	Kit de polissage

Documentation technique.

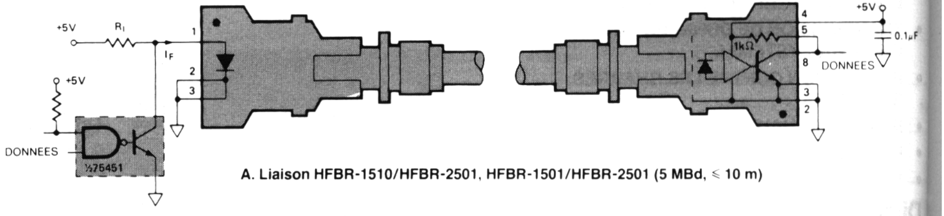
Conception des liaisons

La première étape de la conception d'une liaison consiste à choisir une paire émetteur/récepteur HFBR-1510/2501, HFBR-1501/2501 ou HFBR-1502/2502 en fonction des exigences de distance et de vitesse de transmission des données. La valeur du courant de commande de l'émetteur I_F doit ensuite être déterminée à l'aide de la figure 2. Pour une paire HFBR-1510/2501 et HFBR-1501/2501 (figure 2A et 2B), noter qu'il existe une limite supérieure et une limite inférieure de I_F pour une distance donnée. Les lignes en tirets des figures 2A, 2B et 2C représentent le fonctionnement en mode à impulsions. Dans ce mode, les conditions de la note 1 doivent être respectées.

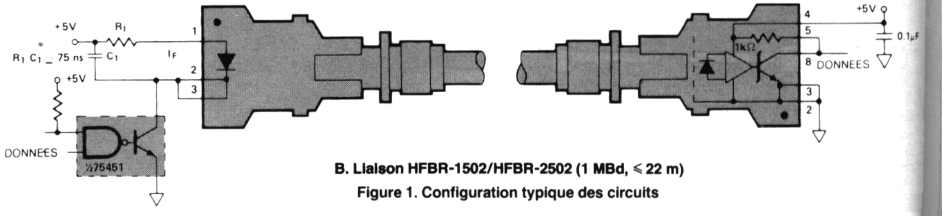
Après avoir sélectionné la valeur du courant de commande I_F de l'émetteur, la valeur de R_1 de la figure 1 peut être calculée comme suit :

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_F}{I_F}$$

Pour une paire HFBR-1502/2502, la valeur du condensateur C_1 (figure 1B) doit être choisie pour que R_1C_1 soit supérieur ou égal à 75 ns.



A. Liaison HFBR-1510/HFBR-2501, HFBR-1501/HFBR-2501 (5 MBd, ≤ 10 m)



B. Liaison HFBR-1502/HFBR-2502 (1 MBd, ≤ 22 m)

Figure 1. Configuration typique des circuits

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symbole	Mini.	Maxi.	Unité	Réf.
TEMPERATURE AMBIANTE	T_A	0	70	°C	
EMETTEUR Courant direct de crête	$I_{F\ PK}$	10	750	mA	Note 1
Courant direct moyen	$I_{F\ AV}$		60	mA	
RECEPTEUR Tension d'alimentation	V_{cc}	4,75	5,25	V	Note 2
Sortance TTL	N		5		
CABLE Rayon de cintrage (à long terme)	r	35		mm	Note 3
Terme à la traction (à long terme)	F_T		1	N	

Performances du système

Paramètre	Symbole	Mini.	Typ. (17)	Maxi.	Unité	Conditions	Réf.
HFBR-1510/HFBR-2501, HFBR-1501/HFBR-2501							
Vitesse de transmission		cc		5	MBd	BER $\leq 10^{-9}$	
Distance de transmission HFBR-1510/HFBR-2501	ℓ	8			m	I_{FPK} = 60 mA, 0 à 70°C	
		13			m	I_{FPK} = 60 mA, 25°C	
Distance de transmission HFBR-1501/HFBR-2501	ℓ	10			m	I_{FPK} = 60 mA, 0 à 70°C	
		17			m	I_{FPK} = 60 mA, 25°C	
Temps de propagation	t_{PLH}			140	ns	R_L = 560 Ω, C_L = 30 pF	Fig. 5, 3
	t_{PHL}			140	ns	$-21{,}6 \leq øR \leq -9{,}5$ dBm	Note 4
Distorsion de la largeur des impulsions	t_{SK}		30		ns	øR = −15 dBm	Fig. 4 Note 5
HFBR-1502/HFBR-2502							
Vitesse de transmission		cc		1	MBd	BER $\leq 10^{-9}$	
Distance de transmission	ℓ	16			m	I_{FPK} = 60 mA, 0 à 70°C	
		23			m	I_{FPK} = 60 mA, 25°C	
Distance de transmission (Rapport cyclique maxi. 50 %)	ℓ	22			m	I_{FPK} = 120 mA, 0 à 70°C	
		29			m	I_{FPK} = 120 mA, 25°C	
Temps de propagation	t_{PLH}			250	ns	R_L = 560 Ω, C_L = 30 pF	Fig. 5, 3 Note 4
	t_{PHL}			140	ns	P_R = −24 dBm	
Distorsion de la largeur des impulsions	t_{SK}		80		ns	P_R = −24 dBm	Fig. 4 Note 5
HFBR-150X/250X							
Immunité aux IEM			8000		V/m	BER $\leq 10^{-9}$	

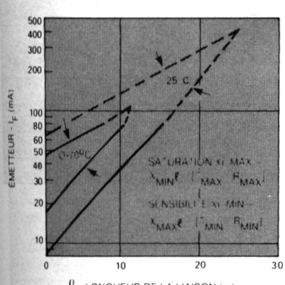


Figure 2A. Performances du système avec HFBR-1510 et HFBR-2501

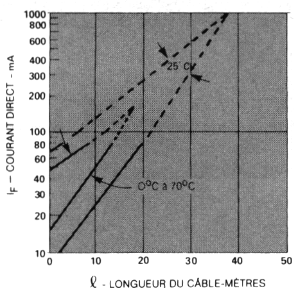


Figure 2B. Performances du système avec HFBR-1501 et HFBR-2501

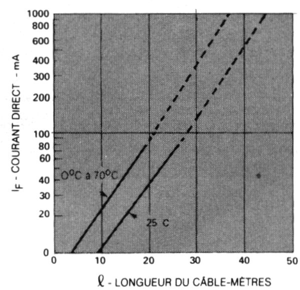


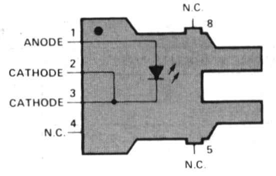
Figure 2C. Performances du système avec HFBR-1502 et HFBR-2502

FIBRES OPTIQUES

Emetteurs

Les modules d'émetteurs HFBR-1510/1501/1502 en boîtier plastique gris, incorporent une DEL 665 nm dirigée vers la fenêtre à faible atténuation pour le câble à fibre optique en plastique HFBR-3500/3600. Ils s'interfacent facilement aux circuits logiques au moyen d'un circuit intégré amplificateur de courant. La puissance optique à la sortie des HFBR-1510/1501/1502 est spécifiée à l'extrémité d'une longueur de câble de 0,5 m.

Emetteur HFBR-1510/1501/1502



Valeurs limites absolues

Paramètre		Symbole	Mini.	Maxi.	Unité	Réf.
Température de stockage		T_S	-40	+75	°C	
Température de fonctionnement		T_A	0	+70	°C	
Soudage	Température			260	°C	Note 6
	Temps			10	sec	
Courant direct de crête à l'entrée		$I_{F\,PK}$		1000	mA	Note 7
Courant direct moyen à l'entrée		$I_{F\,AV}$		80	mA	
Tension d'entrée inverse		V_R		5	V	

Caractéristiques électriques et optiques entre 0 et +70°C (sauf indication contraire)

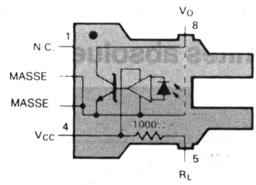
Paramètre		Symbole	Mini.	Typ. [17]	Maxi.	Unité	Conditions	Réf.
Puissance optique à la sortie de l'émetteur	HFBR-1510	P_T	-16,5		-8,4	dBm	I_F = 60mA, 0-70° C	Note 8 Note 9
			-13,3		-9,2	dBm	I_F = 60mA, 25° C	
	HFBR-1501	P_T	-14,8		-8,4	dBm	I_F = 60mA 0-70° C	
			-11,7		-9,3	dBm	I_F = 60mA, 25° C	
	HFBR-1502	P_T	-13,6		-5,5	dBm	I_F = 60mA, 0-70° C	
			-10,4		-6,4	dBm	I_F = 60mA, 25° C	
Coefficient de température de la puissance optique de sortie		$\frac{\Delta P_T}{\Delta T}$		-0,026		dB/° C		
Longueur d'onde crête		λ_{PK}		665		nm		
Tension directe		V_F	1,45	1,67	2,02	V	I_F = 60 mA	
Coefficient de température de la tension directe		$\frac{\Delta V_F}{\Delta T}$		-1,37		mV/° C		
Diamètre réel		D_T		1		mm		
Ouverture numérique		N.A.		0,5				
Tension inverse à l'entrée		V_{BR}	5,0	12,4		V	I_F = -10 µA, T_A = 25° C	
Capacité de la diode		C_O		86		pF	V_F = 0,f = 1 MHz	

AVERTISSEMENT : Dans certaines conditions d'observation, l'extrémité lumineuse de l'émetteur peut soumettre l'œil à une exposition dépassant les valeurs maximales admissibles stipulées dans la norme ANSI Z-136-1, 1981. Dans la plupart des cas d'observation, l'œil ne court aucun risque.

Récepteurs

Les modules de récepteurs HFBR-2501/2502 en boîtier plastique bleu, comprennent un photodétecteur intégré et un amplificateur à courant continu à large bande pour une immunité élevée aux interférences électromagnétiques. Un transistor à collecteur ouvert bouclé par une diode Schottky permet l'interface des circuits logiques et la validation des circuits « OU ». La sortie en collecteur ouvert est spécifiée jusqu'à 18 V. Une résistance intégrée de 1000 Ω connectée à la tension d'alimentation Vcc peut être shuntée pour fournir la charge nécessaire à l'utilisation avec l'alimentation logique 5 V. L'association d'une puissance optique élevée et d'un front de descente à transistor rapide risque d'entraîner une distorsion de signal de sortie (HFBR-2502 seulement) qui peut provoquer des déclenchements multiples des circuits suivants. Un circuit de mise en forme de la puissance optique semblable à celui de la figure 1B peut être nécessaire pour assurer un bon fontionnement de la liaison.

Récepteur HFBR-2501/2502



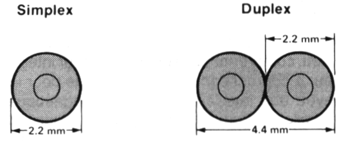
Valeurs limites absolues

Paramètre		Symbole	Mini.	Maxi.	Unité	Réf.
Température de stockage		T_S	-40	+75	°C	
Température de fonctionnement		T_A	0	+70	°C	
Soudage	Température			260	°C	Note 6
	Durée			10	sec ≤	
Tension d'alimentation		V_{CC}	-0,5	7	V	
Courant de sortie (collecteur)		I_O		25	mA	
Dissipation en sortie (collecteur)		P_{OD}		40	mW	
Tension de sortie		V_O	-0,5	18	V	
Tension de rappel		V_{RL}	-0,5	V_{CC}	V	

Caractéristiques électriques et optiques entre 0 et +70°C (sauf indication contraire)

Paramètre		Symbole	Mini.	Typ. (17)	Maxi.	Unité	Conditions	Réf.
Niveau de puissance optique à l'entrée du récepteur pour un «0» logique	HFBR-2501	$P_{R(L)}$	-21,6		-9,5	dBm	0-70° C, V_{OL} = 0,5V I_{OL} = 8 mA	Note 9, 10
			-21,6		-8,7	dBm	25° C, V_{OL} = 0,5V I_{OL} = 8 mA	
	HFBR-2502	$P_{R(L)}$	-24			dBm	0-70° C, V_{OL} = 0,5V I_{OL} = 8 mA	
			-24			dBm	25° C, V_{OL} = 0,5V I_{OL} = 8 mA	
Niveau de puissance optique à l'entrée pour un «1» logique		$P_{R(H)}$			-43	dBm	V_{OH} 5,25V, $I_{OH} \leq 250\ \mu A$	Note 9
Courant de sortie niveau haut		I_{OH}		5	250	μA	V_O = 18V, P_R = 0	Note 16
Tension de sortie niveau bas		V_{OL}		0,4	0,5	V	I_{OL} = 8 mA, $P_R = P_{RL\ MIN}$	Note 16
Courant d'alimentation niveau haut		I_{CCH}		3,5	6,3	mA	V_{CC} = 5,25V, ϕ_R = 0	Note 16
Courant d'alimentation niveau bas		I_{CCL}		6,2	10	mA	V_{CC} = 5,25V, P_R = -12,5 dBm	Note 16
Diamètre réel fibre		D_R		1		mm		
Ouverture numérique		N.A.R		0,5				
Résistance de charge		R_L		1000		Ohms		

Câble à fibre optique



Les câbles à fibre optique de la série HFBR-3500/3600 contiennent des fibres plastique de 1 mm de diamètre. Ces câbles sont très faciles à raccorder à un connecteur. Des câbles Simplex (HFBR-3500) et Duplex (HFBR-3600) sont disponibles, avec ou sans connecteurs montés en usine.

Valeurs limites absolues

Paramètre		Symbole	Mini.	Maxi.	Unité	Réf.
Température de stockage		T_S	-40	+75	°C	
Température d'installation		T_I	-20	+70	°C	
Résistance à la traction	(une voie)	F_T		50	N	Note 11
	(deux voies)	F_T		100	N	
	(câble/connecteur)	F_T		5	N	
Rayon de courbure		r	10		mm	Note 12
Essai de flexion				1000	Cycles	Note 13
Tenue aux chocs		m		1	kg	Note 14
		h		15	mm	

Caractéristiques électriques et optiques entre 0 et +70°C (sauf indication contraire)

Paramètre	Symbole	Mini.	Typ. (17)	Maxi.	Unité	Conditions	Réf.
Variation de couplage	$\Delta\alpha_{LC}$		0,9	2,0	dB		Note 15
Atténuation du câble	α_0	0,3	0,45	0,63	dB/m	@665 nm Source NA = 0,5	
Ouverture numérique	N.A.		0,5			$\ell > 2$ m	
Diamètre du cœur	D_C		1,0		mm		
Diamètre extérieur	D_J		2,3		mm	Câble simplex	
Constante de propagation	t_{pdc}		5,0		ns/m		
Masse par unité de longueur/voie	m/ℓ		4,6		g/m	Sans connecteur	
Courant de fuite dans le câble	I_L		1		nA	50 kV, $\ell = 0,3$ m	

MONTAGE DES CONNECTEURS

Le montage de connecteurs sur un câble exige l'emploi du kit de polissage Hewlett-Packard HFBR-4595 comprenant un outil de polissage et du papier abrasif à grain fin de 600. Aucun adhésif n'est nécessaire pour fixer le câble dans le connecteur et ce dernier peut être utilisé immédiatement après le polissage.

L'installation des connecteurs est facilitée par les outils de montage disponibles. La réalisation d'un câble équipé nécessite :

1) un câble à fibre optique HFBR-3500/3600 ;
2) un kit de polissage HFBR-4595 constitué de l'outil de polissage et du papier abrasif à grain fin de 600 précités ;
3) un connecteur gris HFBR-4501 avec sa virole de sertissage ;
4) un connecteur bleu HFBR-4511 avec sa virole de sertissage ;
5) une lame de rasoir ;
6) une pince à dénuder jauge 16 (1,32 mm) ;
7) une pince à sertir AMP 90364-2.

La structure particulière du câble duplex HFBR-3600 facilite la séparation des voies. Celles-ci doivent être séparées à 50 mm environ des extrémités afin de permettre le montage des connecteurs et le polissage.

Après avoir coupé la longueur voulue de câble, enlever la gaine externe sur environ 7 mm au moyen de la pince à dénuder.*

Introduire l'extrémité dénudée du câble dans la virole et le connecteur. La fibre optique doit dépasser l'embout du connecteur de 3 mm environ. Glisser la virole sur le connecteur (sans chevauchement sur le câble) et la sertir au moyen de la pince à sertir.

NOTE : le connecteur gris correspond à l'extrémité émetteur du câble, le connecteur bleu à l'extrémité récepteur.

La partie de fibre en trop doit être coupée à la lame de rasoir en la laissant dépasser d'environ 1,5 mm.

Insérer ensuite le connecteur à fond dans l'outil de polissage. Se servir de ce dernier pour imprimer un mouvement en 8 à la fibre sur le papier abrasif jusqu'à ce que le connecteur affleure l'outil de polissage. L'extrémité de la fibre doit être plane sans irrégularités importantes. Le câble peut alors être mis en service.

NOTE : les quatre points sous l'outil servent d'indicateur d'usure. Remplacer l'outil dès que l'un des points a disparu.

* ATTENTION : le cœur de la fibre optique est recouvert d'une gaine transparente qui, détériorée ou enlevée laisse passer la lumière par ses parois. Dans un montage correct, cette gaine ne doit être ni rayée, ni enlevée. Ceci est facilement vérifiable en dirigeant un faisceau lumineux dans l'axe de la fibre, tout défaut étant signalé par un point de lumière brillant sur la paroi. Aucun point brillant n'est toléré.

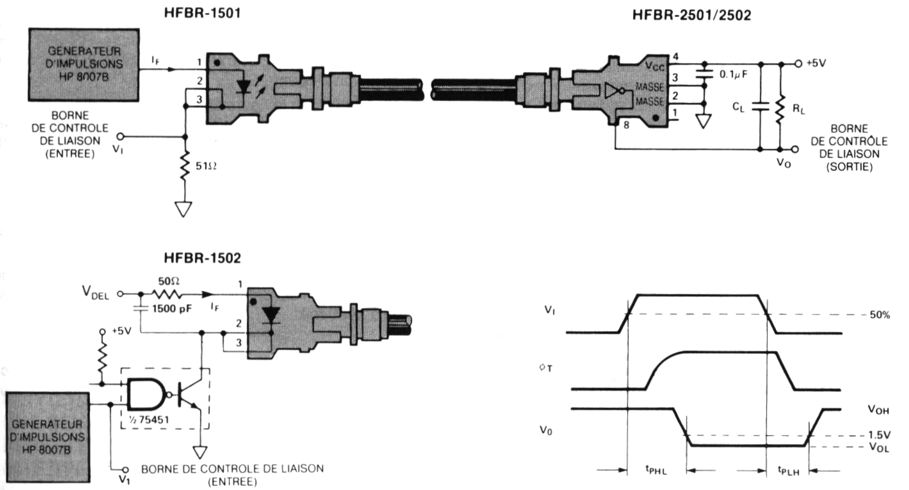


Figure 3. Circuit d'essai en alternatif

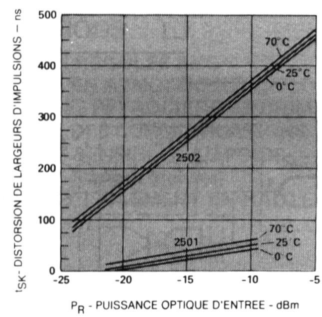


Figure 4. Distorsion de largeurs d'impulsions en fonction de la puissance optique

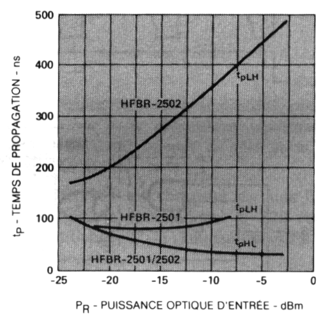


Figure 5. Temps de propagation en fonction de la puissance optique

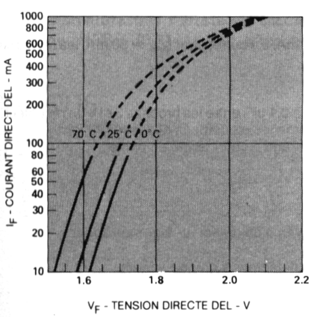


Figure 6. Courant direct de DEL en fonction de la tension directe

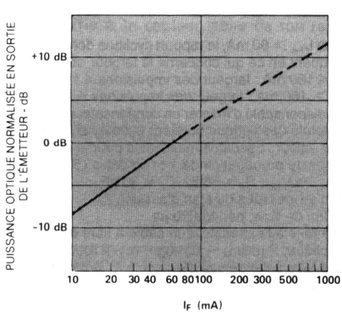


Figure 7. Puissance optique normalisée en sortie de l'émetteur en fonction du courant d'entrée

Mesure de la puissance optique

La puissance optique à l'extrémité du câble à fibre optique de la série HFBR-3500 se mesure facilement au moyen d'un radiomètre à grande surface tel que les radiomètres EG&G-550, Photodyne 88XL ou United Detector Technology S550, étalonnés à 665 nm.

La puissance optique en sortie de l'émetteur est spécifiée à l'extrémité récepteur d'un câble à fibre optique HFBR-3500 de 0,5 m, ce qui facilite la mesure à l'aide de l'un des instruments précités.

Fonctionnement à grande distance

Une transmission à plus de 22 m (0 à 70°C) peut être réalisée en utilisant des impulsions à forte crête de courant pour commander l'émetteur. Le courant I_{FAV} doit être limité à 80 mA et I_{FPK} à 1000 mA. La largeur des impulsions doit être contrôlée (voir la note 1).

La figure 8 représente un circuit simple convenant pour les applications mettant en œuvre l'interface RS-232 avec l'émetteur HFBR-1502 et le récepteur HFBR-2502 pour une transmission à 30 m.

I_{FPK} = 500 mA (sur la figure 2B, ℓ = 31 m) ;
I_{FAV} = 25 mA à une vitesse de transmission égale ou inférieure à 55 KBd, distorsion de largeurs d'impulsions < 25 % (4,5 μs maxi.).

NOTE : Il est possible d'utiliser un courant I_{FPK} allant jusqu'à 1000 mA pour les distances atteignant 35 m.

Un circuit MOS de commande d'horloge peut être utilisé pour obtenir l'écoulement des courants transitoires jusqu'à 1000 mA.

Des distances supérieures sont possibles à l'aide de composants sélectionnés spécialement. Contactez votre ingénieur de vente Hewlett-Packard.

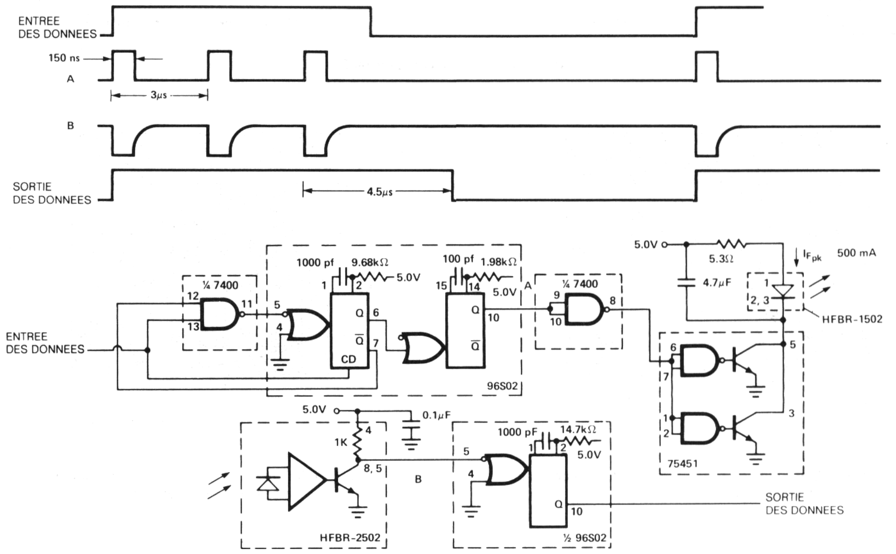


Figure 8. Fonctionnement en mode à impulsions

NOTES :

1. Lorsque I_{FPK} > 80 mA, le rapport cyclique doit être calculé pour maintenir $I_{FAV} \leq$ 80 mA. En outre, pour I_{FPK} > 80 mA, les règles suivantes s'appliquent en ce qui concerne la largeur des impulsions :
   $I_{FPK} \leq$ 160 mA : largeur des impulsions $\leq$ 1 ms
   I_{FPK} > 160 mA : largeur des impulsions $\leq$ 1 μs
2. Il est indispensable d'insérer un condensateur de découplage (céramique 0,01 μF à 0,1 μF) entre les broches 3 et 4 du récepteur. La longueur totale des conducteurs entre les deux extrémités du condensateur et les broches ne doit pas dépasser 20 mm.
3. Voir les valeurs absolues maximales pour la tenue à la traction et le rayon de cintrage à court terme du câble.
4. Le temps de propagation de 1 m de câble (5 ns) est inclus.
5. $t_{SK} = t_{PLH} - t_{PHL}$; R_L = 560Ω, C_L = 30 pF.
6. 1,6 mm au-dessous du plan d'assise.
7. Impulsion de 1 μs, période 20 μs.
8. Mesure faite à l'extrémité d'un câble à fibre optique HFBR-3502 de 0,5 m au moyen d'un détecteur à grande surface.
9. Flux optique, P (dBm) = 10 Log P (μW)/1000 μW.
10. Mesure faite à l'extrémité d'un câble à fibre optique HFBR-3500, au moyen d'un détecteur à grande surface.
11. Moins de 30 minutes.
12. Moins d'une heure, hors fonctionnement.
13. Cintrage 90° sur mandrin de 10 mm de rayon.
14. Poids de 1 kg tombant d'une hauteur de 15 mm sur un mandrin de 2,5 mm de rayon, posé sur le câble.
15. Inclus dans P_T et P_R.
16. R_L en circuit ouvert.
17. Valeur typique à 25°C, V_{CC} = 5 V_{cc}.

SYSTÈME DE TRANSMISSION MINIATURE PAR FIBRE OPTIQUE

HFBR-0200
HFBR-1201
HFBR-2201
HFBR-4201

FICHE TECHNIQUE MAI 1984

Caractéristiques

- **VITESSE DE TRANSMISSION : cc - 5 MBauds**
- **LONGUEUR MAXIMALE**
  500 m (spécifications garanties)
  1200 m (typique)
- **SORTIE COMPATIBLE TTL/CMOS**
- **BOITIERS METALLIQUES ROBUSTES**
- **UNE SEULE ALIMENTATION + 5 V**
- **RECEPTEUR BLINDE CONTRE LES INTERFERENCES EM ET RADIO**
- **MONTAGE SUR PANNEAU OU CIRCUIT IMPRIME**
- **FAIBLE CONSOMMATION**

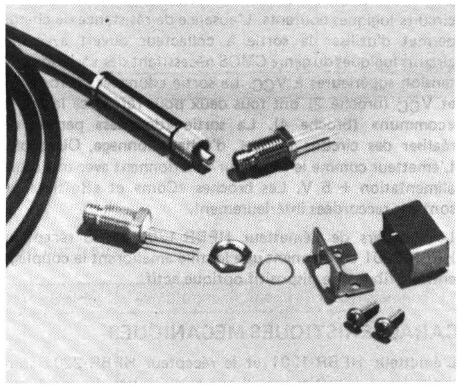
Applications

- **SYSTEMES REGULES EMC**
- **SECURITE EN ATMOSPHERE EXPLOSIVE : INDUSTRIES PETROLIERE ET CHIMIQUE**
- **SECURITE DES COMMUNICATIONS**
- **SYSTEMES SENSIBLES AU POIDS : (Avionique, Stations Mobiles)**
- **TRES FORT ISOLEMENT EN HAUTE TENSION**

Description

La série HFBR-0200 est un système de liaison par fibre optique permettant une vitesse de transmission du continu à 5 MBd sur des distances de 500 m et plus.

Il est possible de se procurer le kit d'évaluation (HFBR-0200) constitué d'un émetteur, d'un récepteur, d'accessoires de montage, de 10 m de câble et de la documentation. L'émetteur HFBR-1201, et le récepteur HFBR-2201 sont contenus dans un boîtier miniature très robuste se raccordant à un câble de la série HFBR-3000 équipé d'un connecteur



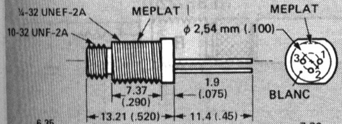
HFBR-4000. Les câbles de la série HFBR-3000 peuvent être commandés avec ou sans connecteurs montés. Le kit d'assemblage HFBR-0100 permet de réaliser le montage des connecteurs sur le site.

L'émetteur HFBR-1201 est constitué par une DEL haut rendement au GaAlAs fonctionnant à 820 nm. Il est facilement identifiable à la couleur blanche de son remplissage d'époxy.

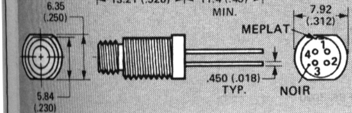
Le récepteur HFBR-2201 est constitué par un photo-détecteur intégré et un amplificateur continu. Un transistor Schottky à collecteur ouvert fournit la sortie compatible logique. L'ensemble se trouve protégé contre les interfaces électromagnétiques et radio à la fois par un blindage interne, le boîtier et la mise à la masse du boîtier du récepteur. Dans des conditions d'interférences magnétiques très sévères, un blindage supplémentaire est fourni par un boîtier métallique qui se fixe sur l'équerre de fixation. Le récepteur s'identifie à la couleur noire de son remplissage d'époxy.

Dimensions

EMETTEUR HFBR-1201



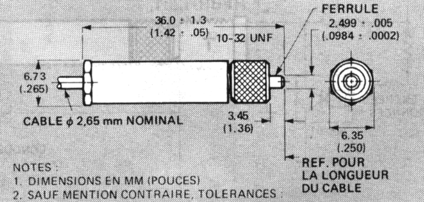
PIN	FUNCTION
1	ANODE
2	CATHODE
3	CASE



PIN	FUNCTION
1	CASE
2	V_{CC}
3	DATA
4	COMMON

RECEPTEUR HFBR-2201

CONNECTEUR HFBR-4000



NOTES :
1. DIMENSIONS EN MM (POUCES)
2. SAUF MENTION CONTRAIRE, TOLERANCES :
   .X = 0,51 mm
   .XX = 0,13 mm
3. L'EXTREMITE DE LA FIBRE AFFLEURE L'EXTREMITE DU MANCHON

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Le dispositif HFBR-1201 est constitué d'un émetteur infrarouge au GaAlAs. L'anode et la cathode sont toutes deux isolées du boîtier. Cette disposition permet d'utiliser différents circuits de commande tels que la commutation série, la commutation shunt et multiplexage haute fréquence. Il n'y a pas de commande interne.

Le récepteur HFBR-2201 possède un photodétecteur intégré comprenant le photodétecteur et un amplificateur continu attaquant le transistor Schottky à collecteur ouvert de sortie. Le HFBR-2201 s'interface directement à la plupart des circuits logiques courants. L'absence de résistance de charge permet d'utiliser la sortie à collecteur ouvert avec des circuits logiques du genre CMOS nécessitant des variations de tension supérieures à V_{CC}. La sortie «données» (broche 3) et V_{CC} (broche 2) ont tous deux pour référence la borne «commun» (broche 4). La sortie «données» permet de réaliser des circuits de bus, d'échantillonnage, OU câblé. L'émetteur comme le récepteur fonctionnent avec une seule alimentation + 5 V. Les broches «Com» et «Boîtier» ne sont pas raccordées intérieurement.

Les boîtiers de l'émetteur HFBR-1201 et du récepteur HFBR-2201 contiennent une lentille améliorant le couplage entre la fibre et le dispositif optique actif.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

L'émetteur HFBR-1201 et le récepteur HFBR-2201 sont logés dans un boîtier métallique très robuste destiné à être utilisé avec un ensemble câble-connecteur HFBR-3000. Le boîtier de faible hauteur se monte directement soit sur carte de circuits imprimés, soit sur panneau, sans dissipation thermique. Un méplat sur le support de fixation fileté évite la rotation du boîtier et sert d'autre part de référence de brochage. Un kit d'accessoires de fixation est disponible pour le montage sur carte (montage horizontal) : il est constitué par une équerre en acier inoxydable fixée directement sur la carte par vis auto-taraudeuses, par un écrou et une rondelle de blocage du support de fixation. Un blindage se fixant sur l'équerre donne une protection supplémentaire en cas de perturbations électromagnétiques particulièrement sévères. Monté horizontalement, la hauteur maximale de l'ensemble permet d'utiliser des cartes dont l'écartement minimal est de 12,7 mm. Les caractéristiques de ce système en fonction de l'environnement ont été particulièrement étudiées. Les résultats des tests et toutes les informations concernant le fonctionnement dans les limites des spécifications sont disponibles sur simple demande.

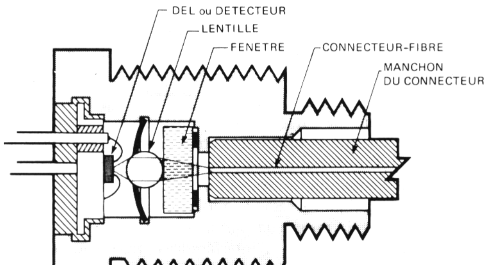


FIGURE 1 — Coupe

CONCEPTION DU SYSTEME

Nous garantissons une vitesse de transmission de données de 0 à 5 MBd avec une distorsion typique inférieure à 25%, le format des données étant arbitraire, pour toute liaison comprise entre 0 et 500 m, si l'émetteur est commandé sous courant I_F de 40 mA (R_1 = 82 Ω). Si l'on désire économiser de la puissance ou avoir une distorsion d'impulsions meilleure, on peut utiliser un courant de commande inférieur. L'exemple qui suit montre comment optimiser I_F.

EXEMPLE : Longueur maximale de la liaison 200 m. La figure 3 donne le courant I_F = 20 mA dans le cas le plus défavorable. La fiche technique de l'émetteur indique que V_F = 1,7 V (max.).

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_F}{I_F} = \frac{5 - 1,7}{20\ mA} = 165\ \Omega$$

La marge de puissance optique entre les courbes correspondant au cas typique et le plus défavorable (figure 3) pour 200 m est de 4 dB. Pour calculer la distorsion d'impulsion dans le cas le plus défavorable à 200 m, se reporter à la figure 9. La puissance à l'entrée du récepteur est égale à P_{RL} + 4 dB = – 20 dBM. La distorsion maximale est alors de 40 ns ou 20% à 5 MBd.

ATTENTION : IL EST DANGEREUX POUR LES YEUX D'OBSERVER L'EXTREMITE LUMINEUSE DE L'EMETTEUR SOUS GROSSISSEMENT. Observé à l'oeil nu le faisceau infrarouge est sans danger. Par contre sous grossissement, la concentration des rayons est dangereuse, il faut prendre les précautions indiquées par la norme ANSI Z136, 1-1981.

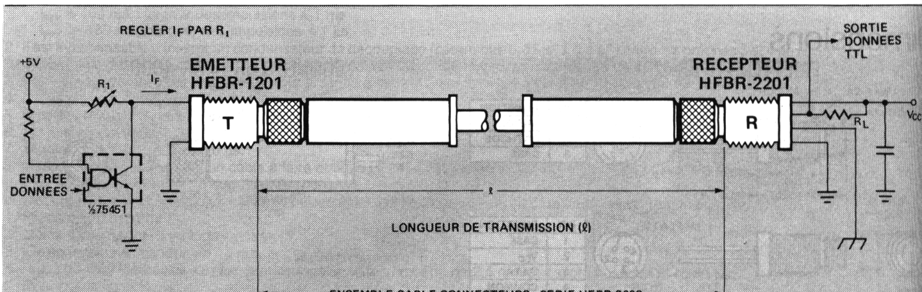


Figure 2.

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité	Référence
EMETTEUR					
Température ambiante	T_A	– 40	+ 85	°C	
Courant d'entrée direct crête	$I_{F, PK}$		40	mA	Note 7
Courant d'entrée direct moyen	I_{FAV}		40	mA	Note 7
RECEPTEUR					
Température ambiante	T_A	– 20	+ 85	°C	
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,75	5,25	V	
Sortance (TTL)	N		5		Note 3, Fig. 2
CABLE (consulter les fiches techniques HFBR-3000 à -3300)					

Performances (– 20°C à + 85°C sauf mention contraire)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Référence
Distance de transmission	ℓ	500	1200		m		Fig. 3
Vitesse de transmission Synchrone		CC		5	MBd		Note 10
Asynchrone		CC		2,5	MBd		Note 10, Fig. 9
Temps de propagation à la croissance	t_{PLH}		82		ns	$T_A = 25°C$ $P_R = -21$ dBm $I_{F, PK} = 15$ mA	Fig. 8, 9, 10
Temps de propagation à la décroissance	t_{PHL}		55		ns		
Distorsion de la largeur d'impulsions	t_D		27		ns	ℓ = 1 m	
Taux d'erreur en bits	BER			10^{-9}		Vitesse de transmission des données ≤ 5 MBd $P_R > -24$ dBm (4 μW)	

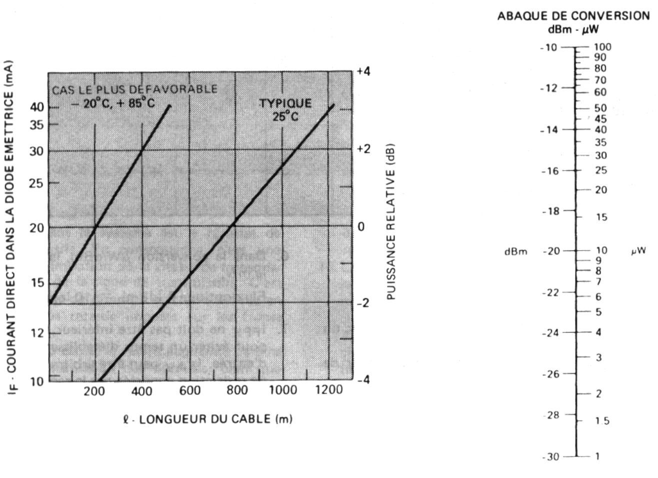


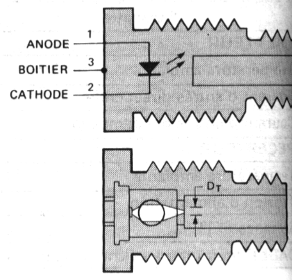
FIGURE 3 — Performances du système HFBR-1201, -2201 avec câble série HFBR-3000

EMETTEUR HFBR-1201

Valeurs limites absolues

Paramètre		Symbole	Min.	Max.	Unité	Référence
Température de stockage		T_S	– 55	+ 85	°C	
Température de fonctionnement		T_A	– 40	+ 85	°C	
Soudage	Temp.			+ 260	°C	Note 2
	Durée			10	s	
Courant d'entrée direct	Crête	$I_{F,PK}$		40	mA	Note 7
	Moyen	$I_{F,AV}$		40	mA	
Tension inverse à l'entrée		V_{BR}		2,5	V	

EMETTEUR HFBR-1201



Caractéristiques électriques et optiques (– 20 à + 85°C sauf mention contraire)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Référence
Tension directe	V_F		1,44	1,7	V	$I_F = 20$ mA	Fig. 6
Coefficient de température de la tension directe	$\Delta V_F/\Delta T$		– 0,91		mV/°C	$I_F = 20$ mA	Fig. 6
Tension d'entrée inverse	V_{BR}	2,5	4		V	$I_R = 100\ \mu A$	
Ouverture numérique	NA		0,35				
Diamètre de la fenêtre optique	D_T		180		µm		
Longueur d'onde crête à l'émission	λ_P		820		nm		Fig. 7

Caractéristiques dynamiques (– 20 à + 85°C sauf mention contraire)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Référence
Puissance optique en sortie	P_T	– 20	– 19		dBm	$I_F = 20$ mA, $T_A = 25°C$	Note 4, Fig. 4
		10	12		µW		
		– 21			dBm	$I_F = 20$ mA, $-40°C < T_A < 85°C$	
		8			µW		
Coefficient de température de la puissance optique	$\Delta P_T/\Delta T$		– 0,017		dB/°C		Fig. 5
Temps de propagation à la croissance	t_{PLH}		17		ns	$I_{F,PK} = 10$ mA	Note 8, Fig. 8
Temps de propagation à la décroissance	t_{PHL}		6		ns		

Notes :

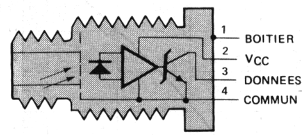
1. Données typiques pour $T_A = 25°C$ et $V_{CC} = 5$ V CC
2. A 2 mm du boîtier
3. Sortance 8 mA (5x1,6 mA), $R_L = 560\ \Omega$
4. Mesuré en sortie d'un câble HFBR-3000 de 1 m de long avec un détecteur de grande surface
5. Mesuré en sortie d'un câble HFBR-3000 avec un détecteur de grande surface
6. Dans la conversion µW/dBm, la référence du flux lumineux est le mW.
   Flux optique P (dBm) $= 10 \log \frac{P\ (\mu W)}{P_O}$ $(P_O = 1000\ \mu W)$
7. I_{FPK} ne doit pas être inférieur à 10 mA à l'état «passant», ceci pour éviter un temps d'établissement trop long à faible courant d'entrée. I_{FAV} peut être arbitrairement faible puisqu'il n'y a pas de restriction apportée par le rapport cyclique.

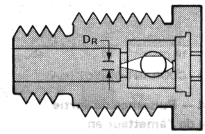
RECEPTEUR HFBR-2201

Valeurs limites absolues

Paramètre		Symbole	Min.	Max.	Unité	Référence
Température de stockage		T_S	– 55	+ 85	°C	
Température de fonctionnement		T_A	– 20	+ 85	°C	
Soudage	Temp.			+ 260	°C	Note 2
	Durée			10	s	
Tension d'alimentation		V_{CC}	– 0,5	+ 7	V	
Courant en sortie		I_O		25	mA	
Tension de sortie		V_O	– 0,5	+ 18	V	
Dissipation en sortie (collecteur)		$P_{O,AV}$		40	mW	

RECEPTEUR HFBR-2201





Caractéristiques électriques et optiques

(– 20 à + 85°C sauf mention contraire)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Référence
Courant de sortie niveau haut	I_{OH}		5	250	µA	$V_O = 18$ V $P_R < -40$ dBm	
Tension de sortie niveau bas	V_{OL}		0,4	0,5	V	$I_O = 18$ mA $P_R > -24$ dBm	
Courant d'alimentation niveau haut	I_{CCH}		3,5	6,3	mA	$V_{CC} = 5{,}25$ V $P_R < -40$ dBm	
Courant d'alimentation niveau bas	I_{CCL}		6,2	10	mA	$V_{CC} = 5{,}25$ V $P_R > -24$ dBm	
Diamètre de la fenêtre optique	D_R		900		µm		
Ouverture numérique	N_A		0,5				

Caractéristiques dynamiques **(– 20 à + 85°C sauf mention contraire)**

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Référence
Puissance d'entrée niveau haut	P_{RH}			– 40 0,1	dBm µW	λp = 820 nm	Note 5
Puissance d'entrée niveau bas	P_{RL}		– 25 3,2		dBm µW	$T_A = +25$°C	Note 5, Fig. 5
		– 24 4			dBm µW	$-20 < T_A < 85$°C	
Temps de propagation à la croissance	t_{PLH}		65		ns	$T_A = 25$°C $P_R = -21$ dBm	Note 8, Fig. 8
Temps de propagation à la décroissance	t_{PHL}		49		ns		

8. Le temps de propagation dans le système est le résultat de plusieurs phénomènes successifs. En conséquence, c'est une combinaison des effets de la limitation de la vitesse de transmission de données et de ceux de la ligne de transmission. C'est pourquoi la limite de la vitesse de données doit être définie en différence de durée entre les retards imposés sur les fronts montants et descendants.
En fonction de la longueur du câble, le retard augmente de 5 ns par mètre. La vitesse de transmission des données, bien que limitée par les distorsions de largeur d'impulsions, n'est pas affectée par la longueur du câble à condition que le flux optique sur le récepteur soit maintenu.
9. Les performances du système dans le cas le plus défavorable est fonction des performances dans le cas le plus défavorable de chaque composant pris individuellement : émetteur à + 85°C, récepteur et câble à – 20°C.
10. La limite de la vitesse de transmission des données est basée sur les hypothèses suivantes : Données synchrones : (a) modulation rapport cyclique 50 %, ex. Manchester I ou Biphase (Manchester II), (b) données permanentes, (c) de modulation PLL (boucle de verrouillage en phase), (d) seuil TTL. Données asynchrones : (a) données NRZ, (b) cadence arbitraire, pas de restriction due au rapport cyclique, (c) seuil TTL. Les courbes de la figure 9 donnent la fourchette du temps pendant lequel il n'y a pas d'incertitude sur les états logiques par rapport à un seuil déterminé dû aux effets soit du bruit, soit au délai de propagation.

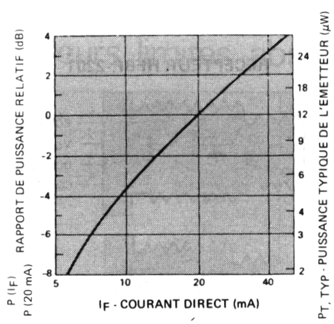


FIGURE 4 — Puissance de sortie normalisée de l'émetteur en fonction du courant direct

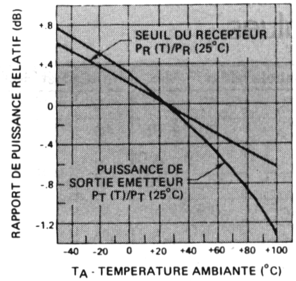


FIGURE 5 — Effets normalisés de la température sur la puissance de sortie de l'émetteur, le seuil du récepteur et les performances de la liaison (seuil relatif)

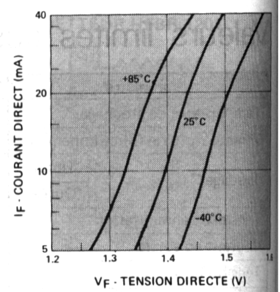


FIGURE 6 — Caractéristiques tension/courant directs de l'émetteur à infrarouge

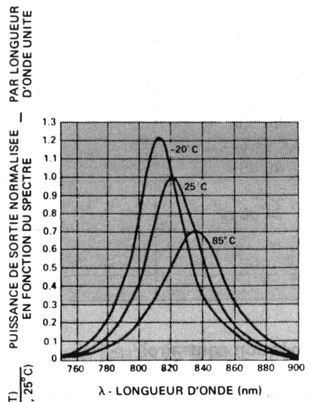


FIGURE 7 — Décalage spectral de l'émetteur par rapport à la longueur d'onde crête à 25°C

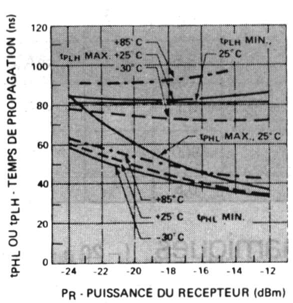


FIGURE 8 — Temps de propagation à travers le système avec câble de 1 m

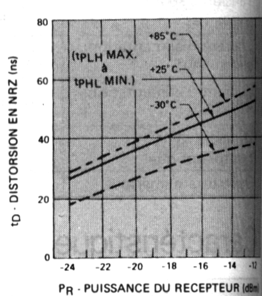


FIGURE 9 — Distorsion de données NRZ pour des données pseudo-aléatoires à 10 Mb/s (voir Fig. 10)

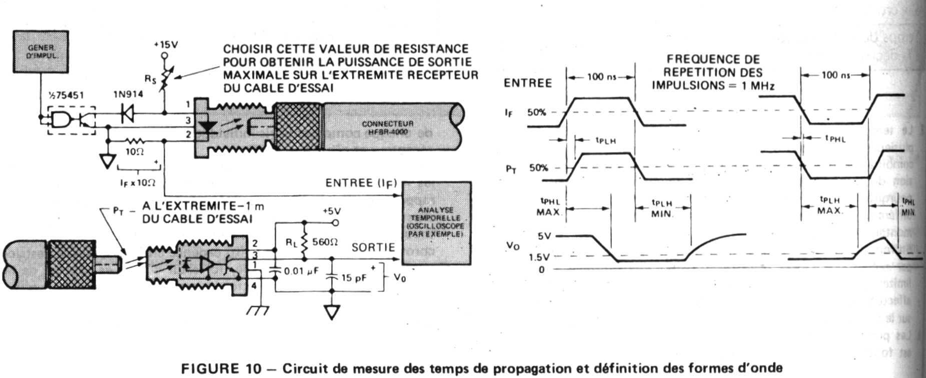
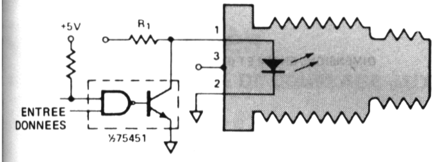


FIGURE 10 — Circuit de mesure des temps de propagation et définition des formes d'onde

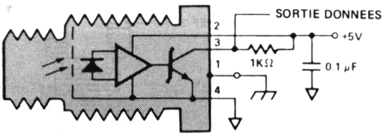
CIRCUITS TYPIQUES

Pour que le système ait de bonnes performances, il est nécessaire que les fenêtres optiques et le manchon du connecteur soient parfaitement propres. Un soufflage à l'air comprimé est souvent suffisant au nettoyage ; un coton imbibé d'alcool ou de Fréon™ peut convenir.

Il est essentiel qu'un condensateur de découplage de 0,01 à 0,1 μF soit monté entre les broches 2 et 4 du récepteur. La longueur totale entre le condensateur et les broches ne dépasse pas 20 mm.



EMETTEUR HFBR-1201



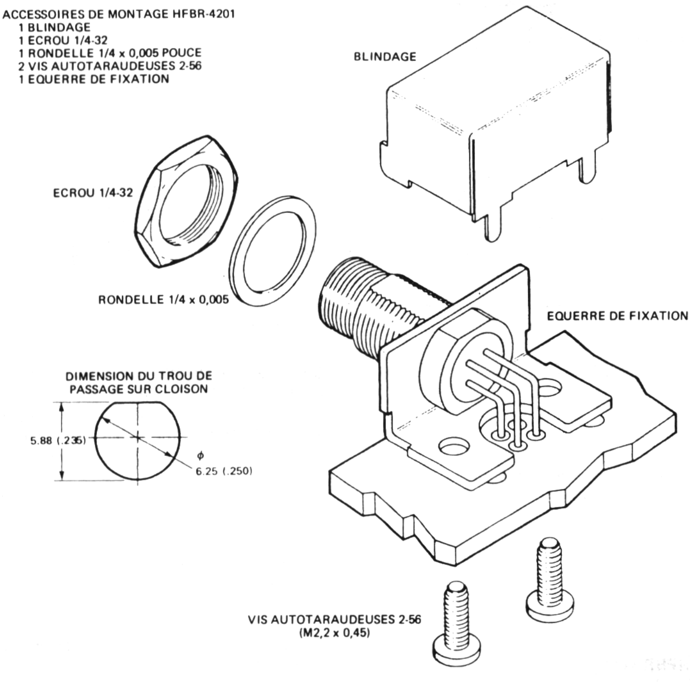
RECEPTEUR HFBR-2201

MONTAGE HORIZONTAL SUR CARTE DE CIRCUIT IMPRIME

Le montage en bordure de carte avec support fileté de verrouillage débordant est recommandé.

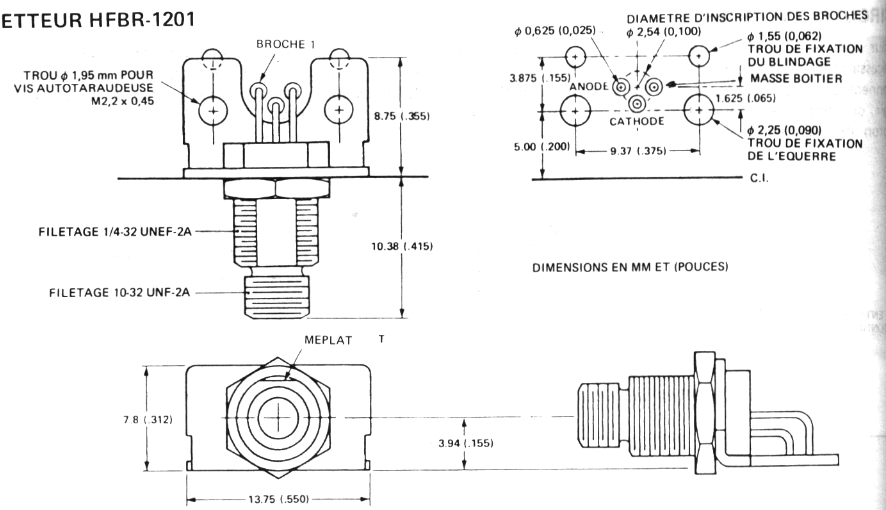
Eviter de plier les broches à un angle droit trop près de la base du boîtier. Utiliser des pinces à becs fins pour maintenir les sorties et les courber comme désiré.

Pendant la soudure, il est recommandé de maintenir le capuchon de protection des éléments optiques en place.

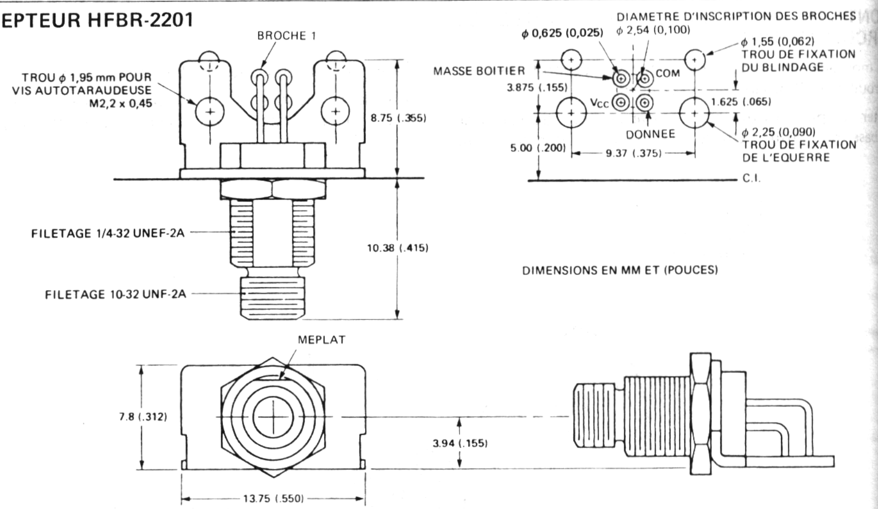


FIBRES OPTIQUES

EMETTEUR HFBR-1201



RECEPTEUR HFBR-2201



MODALITES DE COMMANDE

KIT HFBR-0200

- HFBR-1201 - Emetteur
- HFBR-2201 - Récepteur
- HFBR-4201 - 2 jeux d'accessoires de montage
- HFBR-3000 - Câble optique de 10 m avec connecteurs montés
- Documentation

MODULES

HFBR-1201 - Emetteur
HFBR-2201 - Récepteur

CONNECTEUR HFBR-4000

(voir fiche technique)

CABLES OPTIQUES (voir fiches techniques)

- HFBR-3000 - Câble monovoie avec connecteurs
- HFBR-3200 - Câble monovoie sans connecteur
- HFBR-3100 - Câble bivoie avec connecteurs
- HFBR-3300 - Câble bivoie sans connecteur

ACCESSOIRES DE MONTAGE HFBR-4201

1 blindage EMI/ESD
1 écrou 1/4 - 32
1 rondelle 1/4 x 0,005 pouce
2 vis autotaraudeuses 2 - 56
1 équerre de fixation

KIT D'ASSEMBLAGE POUR CONNECTEURS HFBR-0100

(voir fiche technique)

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

EMETTEUR A FIBRE OPTIQUE HAUTE PERFORMANCE

HFBR-1203
HFBR-1204

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **PUISSANCE OPTIQUE DE COUPLAGE AUX FIBRES 100/140 μm**
  - **– Valeur garantie : 9,8 dBm à 25°C**
  - **– Valeur typique : 7,4 dBm**
- **ALIGNEMENT OPTIQUE REALISE EN USINE**
- **BOITIER MINIATURE ROBUSTE**
- **COMPATIBLE AVEC LES CONNECTEURS HP OU SMA**

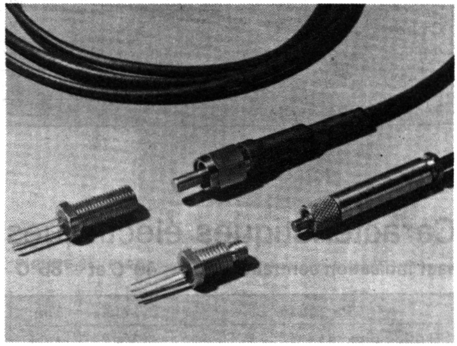
Description

L'émetteur à fibre optique HFBR-1203/-1204 ést constitué par une DEL haut rendement au GaAlAs fonctionnant à 820 nm et capable de transmettre une puissance optique dépassant – 10 dBm à des ensembles de connecteurs/câbles à fibres optiques 100/140 μm HFBR-3000. Ce fort niveau de puissance est utile lorsque la longueur de la fibre dépasse 1 km ou pour les systèmes qui subissent de fortes pertes fixes à cause de coupleurs en étoile, de prises ou de connecteurs en ligne.

L'uniformité de l'efficacité du couplage est assurée par l'alignement en usine de la DEL sur l'axe mécanique du port du connecteur du boîtier. Pour une température et un courant de commande donnés, la puissance transmise à la fibre varie de – 5 dB d'une pièce à l'autre. L'avantage que donne cette caractéristique se traduit par une diminution des exigences de la gamme dynamique du récepteur.

La forte efficacité du couplage permet aux émetteurs d'être commandés par de niveaux bas de courant, ce qui a pour résultat une moindre consommation d'énergie et un accroissement de la fiabilité de l'émetteur. Un autre avantage de cette grande efficacité du couplage est qu'une forte puissance peut également être transmise aux fibres de moindre diamètre comme les 50/125 μm (valeur typique – 19,1 dBm).

L'émetteur HFBR-1203/-1204 est logé dans un boîtier miniature robuste. La lentille est suspendue pour éviter tout contact mécanique avec les dispositifs actifs. Ceci se traduit par une meilleure fiabilité puisque les contraintes mécaniques sur la diode provoquées par la lentille sont supprimées. Pour une meilleure protection contre les décharges électrostatiques et souplesse de conception, l'anode et la cathode sont isolées du boîtier.



Le dispositif HFBR-1203 est compatible avec les connecteurs HFBR-4000 et le HFBR-1204 avec les connecteurs type SMA. Le boîtier de faible hauteur a été conçu pour être monté directement sur les circuits imprimés ou à travers des panneaux, sans exiger de refroidissement supplémentaire. Un kit d'accessoires de montage complet (HFBR-4201/-4202) permet le montage horizontal sur les cartes; ce kit contient également un blindage métallique encliquetable destiné aux environnements caractérisés par de fortes perturbations électro-magnétiques et électrostatiques.

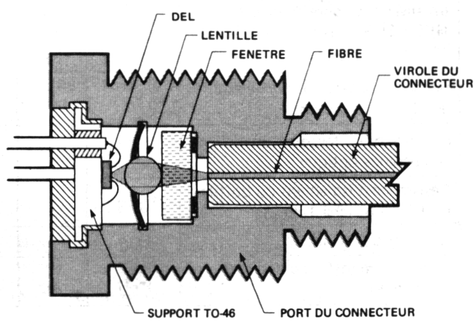
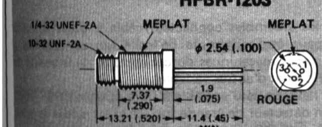


FIGURE 1 – Vue en coupe

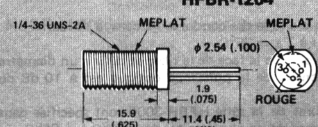
Dimensions

HFBR-1203



BROCHE	FONCTION
1	ANODE
2	CATHODE
3	BOITIER

HFBR-1204



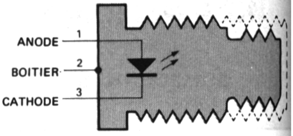
BROCHE	FONCTION
1	ANODE
2	CATHODE
3	BOITIER

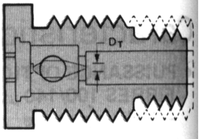
DIMENSIONS EN MILLIMETRES (POUCES)

EMETTEUR HFBR-1203/-1204

Valeurs limites absolues

Paramètre		Symbole	Min.	Max.	Unité	Réf.
Température de stockage		T_S	− 55	+ 85	°C	
Température de fonctionnement		T_A	− 40	+ 85	°C	Note 4
Soudage	Température			+ 260	°C	Note 1
	Durée			10	s	
Courant d'entrée direct	Crête	$I_{F, PK}$		100	mA	
	Moyenne	$I_{F, AV}$		100	mA	
Tension inverse d'entrée		V_R		1	V	
Tension, boîtier-jonctions		V_C		25	V	





Caractéristiques électriques et optiques

sauf indication contraire, entre − 40°C et + 85°C

Paramètre	Symbole	Min.	Typ. (2)	Max.	Unité	Conditions	Réf.
Tension directe	V_F	1,44	1,72	1,94	V	$I_F = 100$ mA	Fig. 2
Coefficient de température de la tension directe	$\Delta V_F/\Delta T$		− 0,54		mV/°C	$I_F = 100$ mA	Fig. 2
Tension inverse à l'entrée	V_{BR}	1	3,1		V	$I_R = 100\ \mu A$	
Ouverture numérique	NA		0,38				
Diamètre de la fenêtre optique	D_T		250		µm		Note 3
Valeur de la longueur d'onde crête d'émission	λ_P		820		nm		Fig. 5
Puissance optique de sortie pour un ensemble connecteur/câble HFBR-3000 (fibres 100/140 µm)	P_T	− 9,8	− 7,4	− 5	dBm	$I_F = 100$ mA $T_A = 25°C$	Fig. 3,4 Notes 4, 5, 6, 8
		105	182	316	µW		
		− 11,2		− 4,2	dBm	$I_F = 100$ mA $-40°C < T_A < 85°C$	
		76		380	µW		
Puissance optique de sortie pour une fibre 50/125 µm	P_T		− 19,1		dBm	$I_F = 100$ mA $T_A = 25°C$	Fig. 3,4 Note 7
			12		µW		
Coefficient de température de la puissance optique	$\Delta P_T/\Delta T$		− 0,014		dB/°C	$I_F = 100$ mA	Fig. 3
Résistance d'isolement du boîtier (boîtier à broche 1 ou 2)	R_{CASE}	1			MΩ	$V_{CASE} = 25$ V	
Résistance thermique	Θ_{JC}		80		°C/W		Note 9
Temps de montée, de descente (10 à 90%)	t_r, t_f		11		ns		Fig. 6 Note 10

AVERTISSEMENT : L'OBSERVATION DIRECTE DU FAISCEAU LUMINEUX EST DANGEREUX POUR L'OEIL LORSQU'ELLE EST REALISEE AU TRAVERS DE LENTILLES GROSSISSANTES (LUNETTES OU LOUPE).

Observé à l'œil nu, le rayonnement situé dans le proche infra-rouge est sans danger. Par contre, sous agrandissement des précautions doivent être prises pour éviter de dépasser les limites recommandées par la norme ANSI Z136.1-1981.

Notes :

1. A 2 mm du point d'entrée des conducteurs dans le boîtier.
2. Données typiques à $T_A = 25°C$.
3. D_T se mesure au plan de la face de la fibre et définit un diamètre pour lequel la densité de la puissance optique est à 10 dB du maximum.
4. Les câbles en fibres de la série HFBR-3000 sont spécifiés dans une gamme de température plus étroite, de − 20°C à + 85°C.
5. La puissance optique de sortie fournie à un câble à fibre connecté autre que les ensembles connecteur/câble à fibres optiques HFBR-3000, peut être différente de celle qui est spécifiée à cause des tolérances mécaniques du connecteur, de la qualité de la surface des fibres et d'autres variables.
6. Mesure faite à l'extrémité d'un câble à fibre optique HFBR-3000 de 1 m avec un détecteur de grande surface et les modes de gaine supprimés (NA = 0,28). Cette fibre représente à peu près une fibre standard de test.

7. Mesure faite à l'extrémité d'une fibre 50/125 μm de 1 mètre avec détecteur de grande surface et modes de gaine supprimés (NA = 0,22). Cette fibre représente à peu près une fibre standard de test. La fibre de test est équipée d'un connecteur type SMA.
8. Pour passer de microwatts en dBm, la puissance optique est référencée à 1 milliwatt (1000 μW).
Puissance optique, P (dBm) = 10 log P (μW)/1000 μW
9. Résistance thermique mesurée lorsque l'émetteur est relié à un connecteur et monté sur un circuit imprimé à l'aide du matériel de montage du HFBR-4201.
10. Mesures faites avec un courant de pré-polarisation de 1 mA et une charge de 50 ohms.

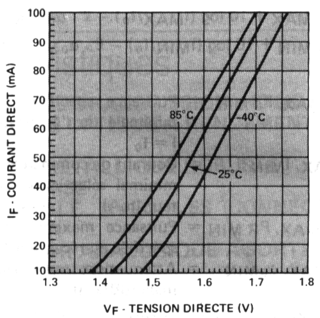


FIGURE 2 — Caractéristiques tension/courant directs

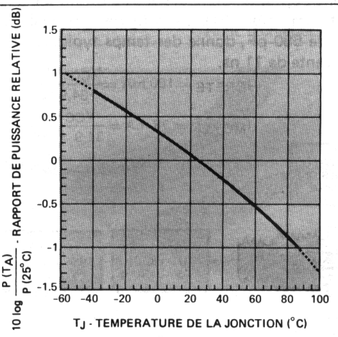


FIGURE 3 — Effets thermiques normalisés pour la sortie de l'émetteur

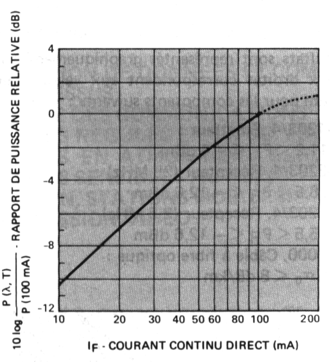


FIGURE 4 — Sortie normalisée de l'émetteur par rapport au courant continu direct

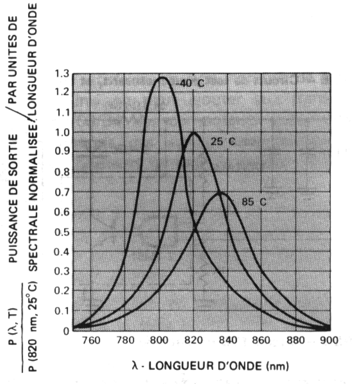


FIGURE 5 — Spectre normalisé de l'émetteur par rapport à la crête à 25°C

Modalités de commande

Emetteur : HFBR-1203 (compatible connecteurs HP)
HFBR-1204 (compatible connecteurs SMA)

Récepteur : HFBR-2201 (5 Mbauds, compatible connecteurs HP)
HFBR-2202 (5 Mbauds, compatible connecteurs SMA)
HFBR-2203 (40 Mbauds, compatible connecteurs HP)
HFBR-2204 (40 Mbauds, compatible connecteurs SMA)

Accessoires de montage : HFBR-4201 (compatible connecteurs HP)
HFBR-4202 (compatible connecteurs SMA)

Câbles optiques - voir les fiches techniques

HFBR-3000 Monovoie, avec connecteurs - longueur sur demande

HFBR-3100 Bivoie, avec connecteurs - longueur sur demande

Note : L'option 001 désigne le connecteur HP HFBR-4000 et l'option 002 précise les connecteurs SMA.

HFBR-3001 Monovoie, avec connecteurs - 10 mètres (connecteurs HFBR-4000)

HFBR-3021 Monovoie, avec connecteurs - 10 mètres (connecteurs SMA)

HFBR-3200 Monovoie, sans connecteur - longueur sur demande

HFBR-3300 Bivoie, sans connecteur - longueur sur demande.

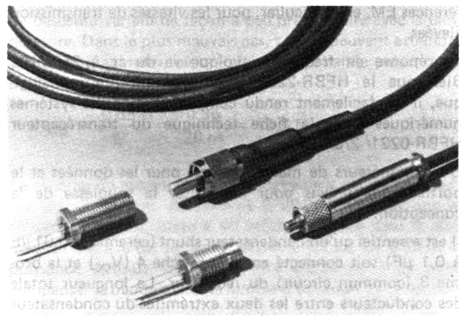
RECEPTEURS MINIATURES A FIBRE OPTIQUE 40 MBd

HFBR-2203
HFBR-2204

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- VITESSE DE TRANSMISSION : 40 MBAUD
- COUPLAGE OPTIQUE A RENDEMENT ELEVE
- BOITIER METALLIQUE ROBUSTE MINIATURISE
- COMPATIBLE AVEC LES CONNECTEURS HP OU SMA
- RECEPTEUR ANALOGIQUE A SORTIE POLYVALENTE
- BANDE PASSANTE ANALOGIQUE A 25 MHz



Applications

- ACQUISITION DE DONNEES ET COMMANDE DE PROCESSUS
- SECURITE DES COMMUNICATIONS
- SYSTEMES REGULES EMC (FCC/VDE)
- SYSTEMES EN ATMOSPHERE EXPLOSIBLE
- SYSTEMES SENSIBLES AU POIDS (AVIATION, STATIONS MOBILES)
- TRANSMISSION VIDEO

Description

Le récepteur HFBR-2203-04 peut réaliser une vitesse de transmission à 40 MBd sur des distances supérieures à 1 km lorsqu'il est utilisé avec le câble HFBR-3000 et les émetteurs -1201/2/3/4. Le récepteur HFBR-2203/04 est constitué d'une photodiode PIN et d'un CI pré-amplificateur.

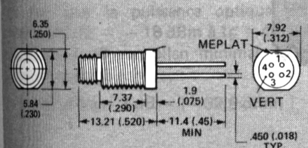
Les signaux de ce récepteur analogique simple peuvent être optimisés pour satisfaire un bon nombre de besoins de transmission. Ainsi on peut ajouter aux transrécepteurs HFBR-0221/02/03/04 des composants externes à faible coût afin d'obtenir des signaux compatibles logiques optimisés pour plusieurs formats de données et vitesses de transmission.

Chaque composant à fibre optique est présenté dans un boîtier miniature robuste. Cette présentation assure un couplage optique uniforme et performant entre les dispositifs actifs et la fibre optique.

Le récepteur HFBR-2203 est compatible avec le connecteur HFBR-4000 et la série HFBR-3000 (option 001) de câbles à connecteurs. Le récepteur HFBR-2204 est compatible avec les connecteurs SMA, types A et B (voir la figure 11) et avec les câbles à connecteurs de la série HFBR-3000, option 002. Les câbles série HFBR-3000 peuvent être commandés avec ou sans connecteurs. Le kit d'assemblage HFBR-0100 est disponible pour le montage sur site des connecteurs HFBR-4000.

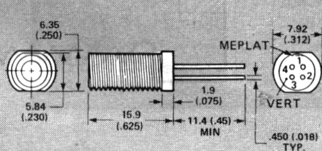
Dimensions

RECEPTEUR HFBR-2203



BROCHE	FONCTION
1	BOITIER
2	DONNEES
3	COMMUN
4	V_{CC}

RECEPTEUR HFBR-2204



BROCHE	FONCTION
1	BOITIER
2	DONNEES
3	COMMUN
4	V_{CC}

DIMENSIONS EN MM ET (POUCES)

FIBRES OPTIQUES

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Le récepteur HFBR-2203/04 comporte une photodiode PIN et un circuit hybride pré-amplificateur à faible bruit, en sortie inversée (voir note 10). Le récepteur HFBR-2203/04 reçoit un signal optique et le transforme en une tension analogique. La sortie est un émetteur-suiveur à tampon. Puisque l'amplitude du signal provenant du récepteur HFBR-2203/04 est beaucoup plus grande que celle d'une simple photodiode PIN, elle est moins sensible aux interférences EM, en particulier, pour les vitesses de transmission élevées.

La réponse en fréquence typique va du cc à 25 MHz. Bien que le HFBR-2203/04 soit un récepteur analogique, il est facilement rendu compatible avec des systèmes numériques (voir la fiche technique du transrécepteur HFBR-0221/ 2/3/4).

Des conducteurs de masse distincts pour les données et le boîtier sont prévus pour maximiser la souplesse de la conception.

Il est essentiel qu'un condensateur shunt (céramique 0,01 μF à 0,1 μF) soit connecté entre la broche 4 (V_{CC}) et la broche 3 (commun circuit) du récepteur. La longueur totale des conducteurs entre les deux extrémités du condensateur et des broches doit être inférieure à 20 mm.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Le récepteur HFBR-2203/04 est logé dans un boîtier miniature destiné à être utilisé avec un ensemble câble-connecteur HFBR-3000. Le boîtier présente des avantages importants au niveau du fonctionnement :

1. Une conception mécanique et des procédures d'assemblage précises garantissent à l'utilisateur un couplage optique uniforme et à rendement élevé.
2. La lentille est suspendue pour éviter tout contact avec les dispositifs actifs, améliorant ainsi la fiabilité.
3. Le boîtier miniature polyvalent est facile à monter. Ce boîtier de faible hauteur est conçu pour être monté directement sur des cartes imprimées ou sur des panneaux sans dissipation thermique.

   Un kit complet d'accessoires de fixation est disponible pour le montage sur carte (montage horizontal) ; il comprend un blindage métallique à attaches rapides pour les environnements caractérisés par de fortes interférences EMI/ESD.

   Le bon fonctionnement d'un système exige des fenêtres optiques et des manchons de câblage propres pour ne pas obstruer le chemin optique. De l'air comprimé propre est souvent suffisant pour enlever les particules étrangères ; on obtient également de bons résultats en utilisant du Méthanol ou du Fréon, sur un tampon de coton.

Note : lors de l'installation d'un câble à connecteurs sur la fenêtre optique, il ne faut pas exercer d'efforts excessifs pour serrer l'écrou. Un serrage manuel suffit à assurer l'intégrité de la connexion alors que l'emploi d'un outil peut endommager le connecteur ou la partie optique.

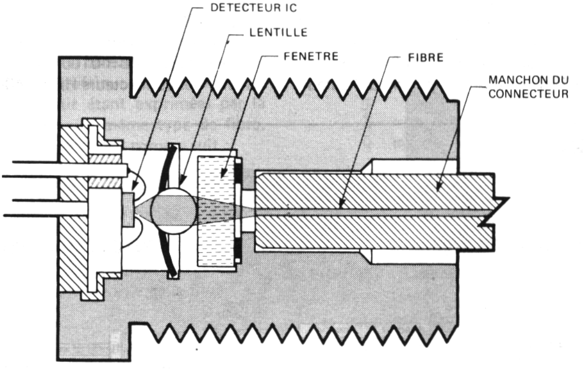


FIGURE 1 – Vue en coupe

Conception du système

BILAN DE LA PUISSANCE OPTIQUE

Les ensembles HFBR-1202/2204 sont conçus pour travailler à des vitesses de transmission à 40 Mbaud sur une distance supérieure à 1000 m selon l'ensemble (avec une atténuation de 8 dB/km dans la fibre optique). Lorsque la distance de transmission est plus courte, la consommation de puissance peut être réduite en diminuant le courant d'attaque de l'émetteur (I_F). Si la vitesse de transmission est moindre, la longueur de la liaison peut être augmentée puisque la sensibilité de la puissance optique du circuit récepteur varie inversement à la racine carrée de la bande passante du circuit qui le suit.

A titre d'exemple, considérons une liaison dont la vitesse de transmission maximale est de 10 MBd (ex. : Manchester 5 Mb/s). Ceci exige une bande passante 3 dB à seulement 5 MHz. Dans ce cas le circuit suivant le récepteur a une tension efficace de bruit par rapport à l'entrée de 0,03 mV. La puissance équivalente du bruit optique du récepteur (P_{NO}) est donnée par :

$$P_{NO} = [(V_{NO})^2 (B/B_O) + (V_{NI})^2]^{1/2} / R_P, \text{ où}$$

V_{NO} : tension du bruit en sortie efficace du HFBR-2203/04

V_{NI} : tension du bruit par rapport à l'entrée du circuit suivant le récepteur

B : bande passante de 3 dB filtrée

B_O : bande passante 3 dB non filtrée du HFBR-2203/04 (25 MHz)

R_P : sensibilité optique/électrique (mV/μW) de l'ensemble HFBR-2203/04

Noter que le bruit s'ajoute en valeur efficace et que la racine carrée de la tension du bruit efficace est réduite par rapport à la bande passante B/B_O.

A partir des données du récepteur (caractéristiques optiques et électriques) on obtient :

$$P_{NO} = [(0{,}43)^2 + (0{,}03)^2]^{1/2} \text{ mV} / 4{,}6 \text{ (mV}/\mu\text{W)}$$
$$= 0{,}094\ \mu\text{W ou} - 40{,}3 \text{ dBm}$$

Afin d'assurer un taux d'erreur de bits inférieur à 10^{-9}, une puissance de signal 12 fois supérieure (+ 11dBm) au bruit efficace est nécessaire par rapport à l'entrée du récepteur. La puissance d'entrée minimale du récepteur est alors :

$$P_{RMIN} = P_{NO} + 11 \text{ dB} = - 29{,}3 \text{ dBm}$$

En appliquant un filtre passe-bas à 5 MHz, le rapport bande passante devient :

$$B_{BO} = 5 \text{ MHz} / 25 \text{ MHz} = 0{,}2$$

Noter que l'on doit utiliser la bande passante totale de bruit du HFBR-2203/04, soit 25 MHz. En ajoutant cette valeur du rapport bande passante aux expressions pour P_{NO} et P_{RMIN} ci-dessus on obtient :

$$P_{NO} = 0{,}042\ \mu\text{W ou} - 43{,}8 \text{ dBm et } P_{RMIN} = 32{,}8 \text{ dBm}$$

Du fait que la puissance optique, P_T, de l'émetteur HFBR-1201/2 = − 18 dBm à I_F = 40 mA, et ajoutant une marge de 3 dB, un bilan minimal de puissance de 11,8 s'obtient comme suit :

$$[- 18 \text{ dBm} - 3 \text{ dB} - (- 32{,}8 \text{ dBm})] = 11{,}8 \text{ dB}$$

Si l'on utilise une fibre optique de 8 dB/km ceci donne une longueur minimale de 1 475 m (un bilan de puissance typique pour la liaison sur cette configuration est d'environ de 17,2 dB ou 3 130 m avec un câble de 5 − 5 dB/km).

BANDE PASSANTE

La bande passante du HFBR-2203/04 est typiquement de 25 MHz. Entre − 40°C et + 85°C, les temps de montée et de descente varient de façon à peu près linéaire avec la température. Dans le plus mauvais cas, t_r et t_f peuvent atteindre 26 ns au maximum, ce qui donne une bande passante de 3 dB pour :

$$f_{3dB} \simeq \frac{0{,}35}{t_r} = \frac{0{,}35}{26 \text{ ns}} = 13{,}5 \text{ MHz}$$

La réponse du récepteur est essentiellement celle d'un système unipolaire avec coupure de 6 dB/octave. Pour que le récepteur travaille jusqu'à 40 MBd, alors que dans le plus mauvais cas à 3 dB sa bande passante est de 13, 5 MHz, la puissance optique reçue doit être accrue de 3 dB pour compenser la bande passante limitée d'émission du récepteur.

DISPOSITION SUR LES CARTES IMPRIMEES

Pour travailler à des vitesses de transmission dépassant 10 MBd, il faut prendre les précautions habituelles relatives aux circuits imprimés. Les conducteurs de longueur supérieure à 20 mm doivent être évités autant que possible, et un plan de terre doit être utilisé. Bien que les techniques propres aux lignes de transmission ne soient pas requises, les connexions enroulées et les cartes enfichables ne sont pas recommandées.

FONCTIONNEMENT AVEC DES TRANSISTORS HEWLETT-PACKARD

Hewlett-Packard offre deux émetteurs compatibles avec le HFBR-2203/4. Les performances de liaison avec chaque émetteur sont indiquées ci-dessus pour une température de 25°C en utilisant des câbles de la série HFBR-3000. Pour plus amples renseignements se reporter aux fiches techniques correspondantes.

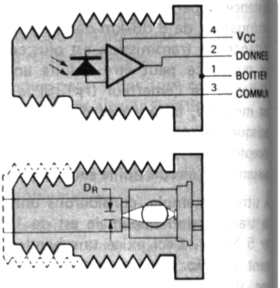
	HFBR-1201/2 -17 dBm Puissance optique de couplage	HFBR-1203/4 -9,5 dBm Puissance optique de couplage
HFBR-2203/4 - Sensibilité − 27 dBm	1200 m 40 MBd	2100 m 40 MBd
HFBR-2203/4 - Sensibilité − 32 dBm	1800 M 10 MBd	2800 M 10 MBd

RECEPTEUR HFBR-2203/2204

Valeurs limites absolues

Paramètre		Symbole	Min.	Max.	Unité	Référence
Température de stockage		T_S	–55	+85	°C	
Température de fonctionnement		T_A	–40	+85	°C	Note 9
Soudage	Température			+260	°C	Note 1
	Durée			10	s	
Tension d'alimentation		V_{CC}	–0,5	+7	V	
Tension du boîtier		V_{CASE}		25	V	
Tension signal PIN		V_{SIGNAL}	–0,5	1	V	

RECEPTEUR HFBR-2203/-2204



Caractéristiques électriques et optiques

(sauf indication contraire, – 40°C à + 85°C, 4,75 ≤ V_{CC} ≤ 5,25, R_{CHARGE} = 511 Ω)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions	Référence
Sensibilité	R_P	5,1	7	10,9	mV/µW	T_A = 25°C à 820 mm	Note 10
		4,6		12,3	mV/µW	– 40°C ≤ T_A ≤ + 85°C	Figure 3
Tension efficace du bruit en sortie	V_{NO}		0,30	0,36	mV	T_A = 25°C P_{IN} = 0 µW	Fig. 4, 7
				0,43	mV	– 40°C ≤ T_A ≤ + 85°C P_{IN} = 0 µW	
Puissance d'entrée	P_R			–12,6	dBm	T_A = 25°C	Note 2
				55	µW		
				–14	dBm	– 40 ≤ T_A ≤ 85°C	
				–40	µW		
Impédance de sortie	Z_O		20		Ω	Fréquence de test = 20 MHz	
Tension continue de sortie	V_oCC		0,7		V	P_{IN} = 0 µW	
Courant d'alimentation	I_{CC}		3,4	6	mA	R_{CHARGE} = ∞	
O.N. équivalente	NA		0,35				
Diamètre équivalent	D_R		250		µm		Note 3
Puissance équivalente d'entrée du bruit optique	P_N		– 43,7	– 40,3	dBm		
			0,042	0,094	µW		

Caractéristiques dynamiques

(sauf indication contraire, – 40°C à + 85°C, 4,75 ≤ V_{CC} ≤ 5,25, R_{CHARGE} = 511 Ω, C_{CHARGE} = 13 pF)

Paramètre	Symbole	Min.	Typ. (7)	Max.	Unité	Conditions	Référence
Temps de montée/descente	t_r, t_f		14	19,5	ns	T_A = 25°C P_{IN} = 10 µW crête	Note 5
				26	ns	– 40°C ≤ T_A ≤ + 85°C	Fig. 8,9
Distorsion de la largeur des impulsions	t_{phl}-t_{plh}			2	ns	P_{IN} = 40 µW crête	Fig. 9
Dépassement			4		%	T_A = 25°C	Note 6 Fig. 8, 9
Bande passante			25		MHz		
Rapport de réjection d'alimentation (par rapport à la sortie)	PSRR		50		dB	à 2 MHz	Note 7 Fig. 5, 6

Notes :

1. A 2 mm du point d'entrée des conducteurs dans le boîtier.
2. Si P_{IN} > 40 µW, la distorsion de la largeur d'impulsion peut être augmentée. Pour P_{IN} = 80 µW et T_A = 85°C, certaines unités ont présenté jusqu'à 100 ns de distorsion de largeur d'impulsion.
3. D_R est le diamètre effectif de l'image du détecteur sur le plan de la face de la fibre. La valeur numérique est égale au produit du diamètre réel du détecteur et du grossissement de la lentille.
4. Spécifications typiques pour un fonctionnement à T_A = 25°C et V_{CC} = 5 V.
5. Le signal optique d'entrée est considéré par hypothèse comme ayant des temps de montée et de descente 10%-90%, inférieurs à 6 ns.
6. Le dépassement en pourcentage se définit comme suit :

$$\frac{V_{PK} - V_{100\%}}{V_{100\%}} \times 100\% \quad \text{Voir figure 16}$$

7. Le taux d'ondulation par rapport à la sortie se définit comme suit :

$$20 \log \left(\frac{V_{OUT - ONDULATION}}{V_{ALIMENTATION - ONDULATION}} \right)$$

8. Il est indispensable qu'un condensateur de découplage (céramique 0,01 µF à 0,1 µF) soit connecté entre la broche 4 (V_{CC}) et la broche 3 (commun circuit) du récepteur. La longueur totale des conducteurs entre les deux extrémités du condensateur et des broches doit être inférieure à 20 mm.
9. Le câble optique HFBR-3000 est spécifié avec une bande de température plus étroite, de – 20°C à 85°C.
10. $V_{OUT} = V_{ODC} - (R_P \times P_{IN})$.

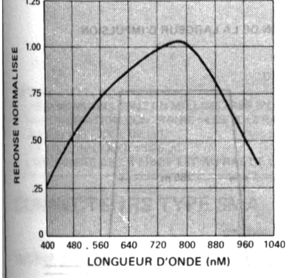


FIGURE 3 – Réponse spectrale du récepteur normalisé à 820 nm

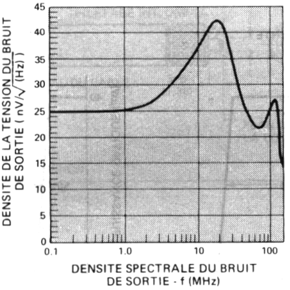


FIGURE 4 – Densité spectrale du bruit du récepteur

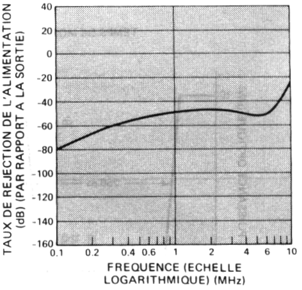


FIGURE 5 – Réjection de l'alimentation du récepteur par rapport à la fréquence

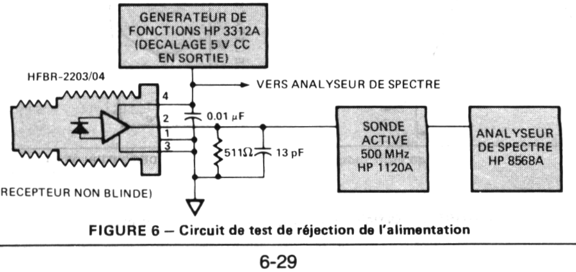


FIGURE 6 – Circuit de test de réjection de l'alimentation

FIBRES OPTIQUES

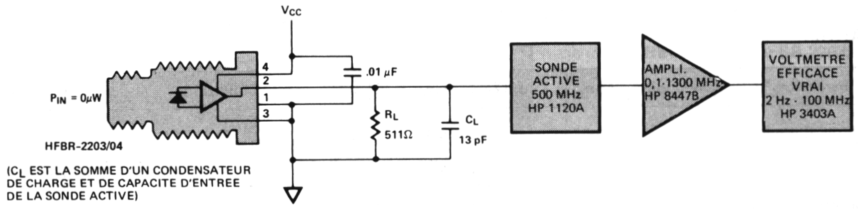


FIGURE 7 — Circuit de test de la tension efficace du bruit en sortie

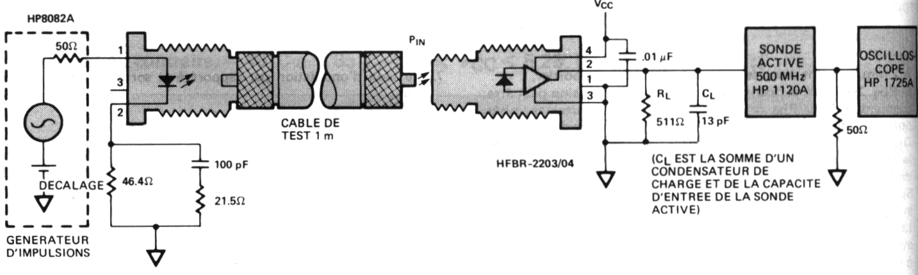


FIGURE 8 — Circuit de test des temps de montée et de descente

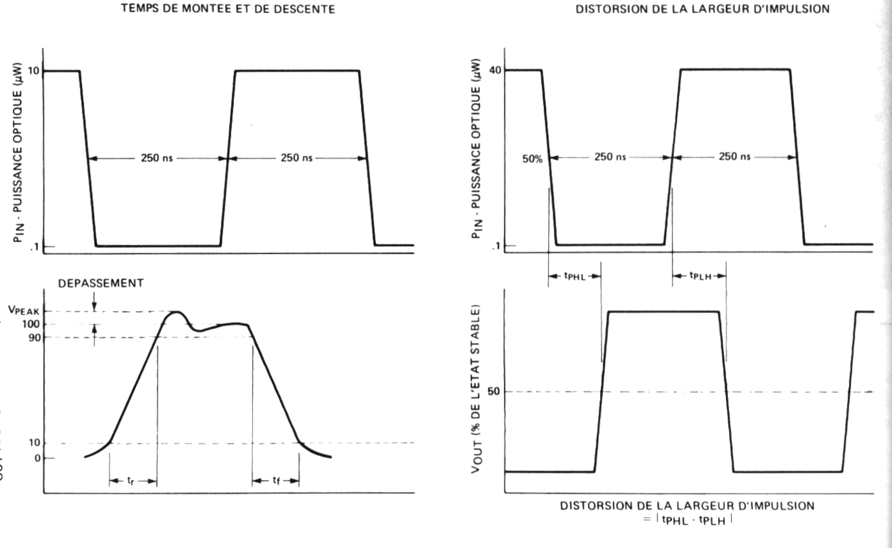


FIGURE 9 — Définitions de la synchronisation des formes d'onde

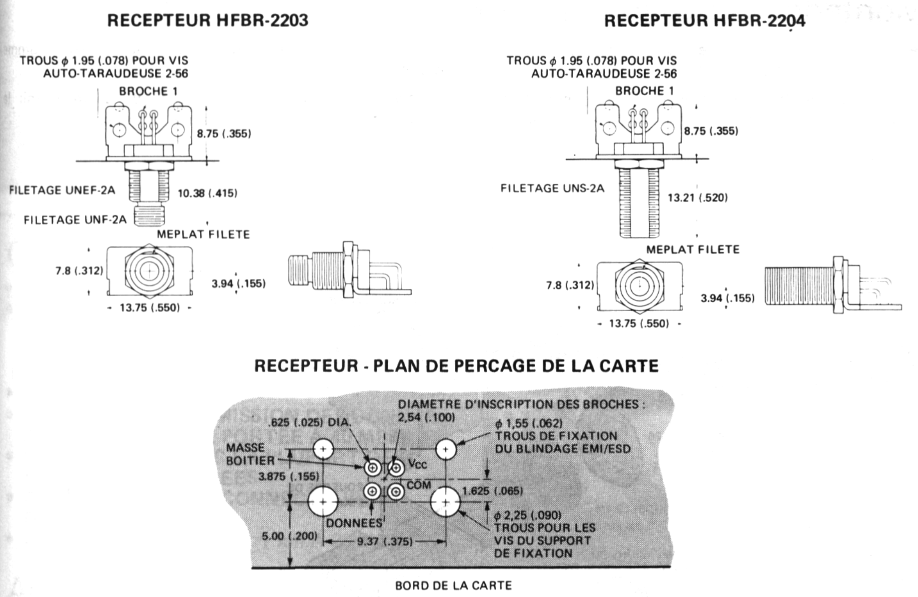
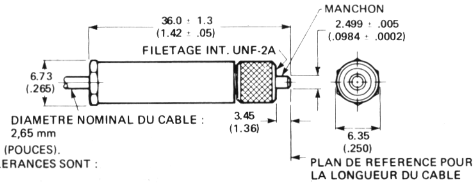


FIGURE 10 — Dimensions de montage, en millimètres (pouces)

CONNECTEUR HEWLETT-PACKARD (utilisé dans les ensembles de câble HFBR-3000/-3100, option 001)

CONNECTEUR HFBR-4000



NOTES :
1. LES DIMENSIONS SONT EN MILLIMETRES (POUCES).
2. SAUF INDICATION CONTRAIRE : LES TOLERANCES SONT :
   .X ± 0,51 mm (.XX ± 02 in.),
   .XX ± 0,13 mm (.XXX ± 005 in).
3. L'EXTREMITE DE LA FIBRE EST AU RAS DE LA FACE DU MANCHON

CONNECTEURS TYPE SMA

TYPE A
(utilisé dans les ensembles de câbles HFBR-3000/3100 option 002)

TYPE B
(non fourni par Hewlett-Packard)

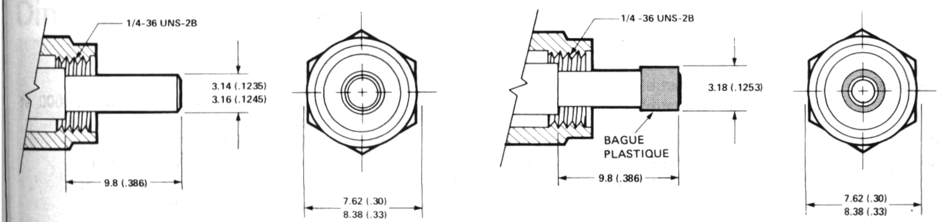


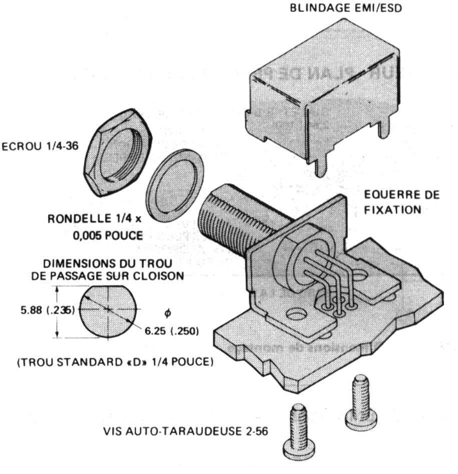
FIGURE 11 — Types de connecteurs pour fibre optique

Montage horizontal sur carte

Le montage en bord de carte avec écrou en surplomb du bord est recommandé.

Eviter de plier les broches à angle droit trop près de la base du boîtier. Utiliser des pinces à becs fins pour maintenir les conducteurs à la sortie du boîtier et les courber comme désiré.

Pendant le soudage, il est recommandé de maintenir le capuchon de protection de l'optique en place.



MATERIEL DE MONTAGE DU HFBR-4201 (HFBR-2203)
- 1 BLINDAGE EMI/ESD
- 1 ECROU 1/4-32
- 1 RONDELLE 1/4 x 0,005 POUCE
- 2 VIS AUTO-TARAUDEUSE 2-56
- 1 EQUERRE DE FIXATION

MATERIEL DE MONTAGE DU HFBR-4202 (HFBR-2204)
- 1 BLINDAGE EMI/ESD
- 1 ECROU 1/4-36
- 1 RONDELLE 1/4 x 0,005 POUCE
- 2 VIS AUTO-TARAUDEUSES 2-56
- 1 EQUERRE DE FIXATION

MODALITES DE COMMANDE

Emetteur : HFBR-1201 (compatible connecteur HP)
HFBR-1202 (compatible connecteur SMA)
HFBR-1203 (compatible connecteur HP)
HFBR-1204 (compatible connecteur SMA)

Récepteur : HFBR-2203 (compatible connecteur HP)
HFBR-2204 (compatible connecteur SMA)

Matériel de montage : HFBR-4201 (compatible connecteur HP)
HFBR-4202 (compatible connecteur SMA)

Câbles optiques - voir les fiches techniques

HFBR-3000 : câble mono-voie avec connecteurs longueur à la demande

HFBR-3100 : Câble bi-voie avec connecteurs longueur à la demande

Note : l'option 001 signifie connecteur HFBR-4000 et l'option 002, connecteurs SMA.

HFBR-3001 : câble mono-voie avec connecteurs 10 m (connecteurs HFBR-4000)

HFBR-3021 : câble mono-voie avec connecteurs 10 m (connecteurs SMA)

HFBR-3200 : câble mono-voie sans connecteur longueur à la demande

HFBR-3300 : Câble bi-voie sans connecteur longueur à la demande

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

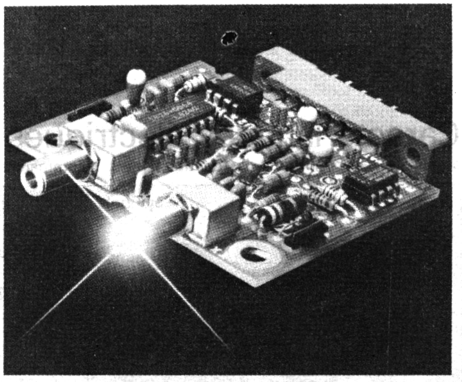
TRANSRÉCEPTEURS A GRANDE VITESSE POUR FIBRES OPTIQUES

HFBR-0221
HFBR-0222
HFBR-0223
HFBR-0224

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **LIAISONS A PERFORMANCES GARANTIES**
- **LE RAPPORT DISTANCE/VITESSE DE TRANSMISSION PERMET L'ACCROISSEMENT DU BILAN DE PUISSANCE OPTIQUE A DES VITESSES DE TRANSMISSION PLUS FAIBLES**
- **E/S TTL**
- **VITESSE DE TRANSMISSION DES DONNEES 20 MBd (PEUT ETRE PORTEE A 40 MBd)**
- **COMPATIBLES AVEC LA PLUPART DES FORMATS DE DONNEES**
- **DISPONIBLES AVEC CONNECTEURS HP OU SMA**
- **LONGUEUR TYPIQUE > 1 km A 20 MBd**



Applications

- **SPECIALEMENT CONÇUS POUR DES COMPOSANTS FIBRES OPTIQUES GRANDE VITESSE**
- **ACQUISITION DE DONNEES ET CONTROLE DE PROCESSUS**
- **SECURITE DANS LES TRANSMISSIONS D'INFORMATIONS**
- **SYSTEMES REGULES EMC (FCC/VDE)**
- **SECURITE EN MILIEU EXPLOSIF**
- **APPLICATIONS SENSIBLES AU POIDS : AVIATION, STATIONS MOBILES**

Description

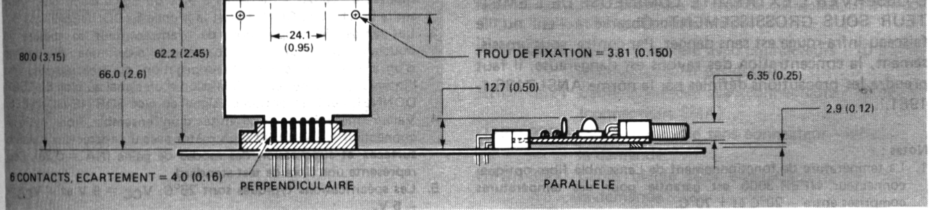
Les transrécepteurs à grande vitesse pour fibres optiques HP HFBR-0221/-0222/-0223/-0224 sont composés d'émetteurs HFBR-1201/-1202, de récepteurs HFBR-2203/-2204 et de circuits associés permettant les entrées TTL et les sorties TTL complémentaires. Les performances de ces transrécepteurs à 20 MBd ont été vérifiées entre 0°C et 70°C et la performance globale d'une liaison équipée d'un ensemble connecteur/câble optique HFBR-3000 est garantie.

Ces transrécepteurs sont optimisés pour travailler à 20 MBd. Toutefois, le circuit de support de la carte permet d'autres vitesses de transmission des données. Les préconisations relatives aux valeurs des composants et aux performances prévues à la vitesse de 1, 5 et 40 MBd figurent dans le chapitre consacré aux «Informations sur les applications».

Il existe deux types de transrécepteurs (équipés au choix avec des connecteurs HP ou SMA) conçus pour différents formats de données. Les transrécepteurs HFBR-0221/-0222 sont optimisés pour les formats de données qui ont un rapport cyclique de 50%, tels que les codes Manchester et biphase. Les transrécepteurs HFBR-0223/-0224 sont conçus à l'intention de formats de données quelconques, y compris la plupart des codes NRZ (pour plus de détails, voir «Description des circuits»).

Les transrécepteurs peuvent être montés par un connecteur frontal, parallèlement ou perpendiculairement à une carte de circuit imprimé. Un connecteur à angle droit est fourni avec chaque transrécepteur pour le montage en parallèle.

Dimensions



Valeurs limites absolues

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité
Tension appliquée Données, Données $+V_{CC}$, Entrée/données		$-0,5$	5,25	V
$-V_{CC}$		$-6,5$	$+0,5$	V
Température de stockage (1)	T_S	-55	85	°C

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité
Tension d'alimentation	$+V_{CC}$	4,75	5,25	V
	$-V_{CC}$	$-4,5$	$-6,5$	
Température fonction.	T_A	0	70	°C
Rapport cyclique HFBR-0221/-0222	DF	33	67	%
HFBR-0223/-0224		5	95	
Vitesse de transmission		0,01	20	MBd

Caractéristiques électriques et optiques

(sauf spécifications contraires, sont appliquées les conditions de fonctionnement recommandées pour le transrécepteur optimisé pour travailler à 20 MBd)

Paramètre	Symbole	Conditions de mesure	Min.	Typ.(5)	Max.	Unité
Bilan de la puissance optique HFBR-0221/-0222	OPB	Avec l'ensemble câble-connecteurs HFBR-3000, Vitesse de transmission = 20 MBd BER = 10^{-9}	9	15,5		dB
HFBR-0223/-0224			-5	11		
Distorsion des impulsions HFBR-0221/-0222	$t_{PLH} - t_{PHL}$			7	12,5	ns
HFBR-0223/-0224				2	12,5	
Temps de réponse en sortie (2)	t_r			7		ns
	t_f			5		
Transrécepteur Temps de propagation (3)	t_{PLH}, t_{PHL}			70		ns
Consommation électrique $+V_{CC}$				750		mW
$-V_{CC}$				125		
Puissance optique à la sortie de l'émetteur (4)	P_T	Entrée des données est à l'état haut $T_A = 25°C$	-18	$-16,5$		dBm
Puissance transmise à l'assemblage câble optique-connecteur HFBR-3000			15,8	22,4		µW
		$0 < T_A < 70°C$ Entrée des données est à l'état haut	-19			dBm
			12,6			µW
Temps de montée et de descente du flux lumineux	$t_{r,o}$ $t_{f,o}$	10% à 90%		10		ns
Sensibilité optique du récepteur HFBR-0221/-0222	P_R	Vitesse de transmission = 20 MBd BER = 10^{-9}	-28	-32		dBm
			1,6	0,6		µW
HFBR-0223/-0224			-24	$-27,5$		dBm
			4	1,8		µW
Sortance de la porte TTL			4			

ATTENTION : IL EST DANGEREUX POUR LES YEUX D'OBSERVER L'EXTREMITE LUMINEUSE DE L'EMETTEUR SOUS GROSSISSEMENT. Observé à l'œil nu, le faisceau infra-rouge est sans danger. Par contre, sous grossissement, la concentration des rayons est dangereuse, il faut prendre les précautions définies par la norme ANSI Z136.1-1981.

Notes :

1. La température de fonctionnement de l'ensemble fibre optique-connecteur HFBR-3000 est garantie pour des températures comprises entre $-20°C$ et $+70°C$.
2. Le temps de réponse en sortie des données est le temps de montée et de descente de 10 à 90% du signal électrique, relevé sur la broche 6 (DONNEES) et la broche 5 ($\overline{\text{DONNEES}}$).
3. Le temps de propagation du transrécepteur se mesure en bouclant l'émetteur sur le récepteur à l'aide d'une fibre optique d'un mètre. Le temps de propagation du transrécepteur est l'intervalle de temps entre l'émission d'un signal au bloc ENTREE DONNEES et la réception du signal au bloc SORTIE DONNEES.
4. Valeur mesurée à l'extrémité d'un ensemble fibre optique-connecteur HFBR-3000 d'un mètre avec un «détecteur à grande surface» et suppression des modes de gaine (NA = 0,28). Ceci représente une fibre de test standard.
5. Les spécifications typiques sont 25°C, $V_{CC} = 5$ V et $-V_{CC} = -5$ V.

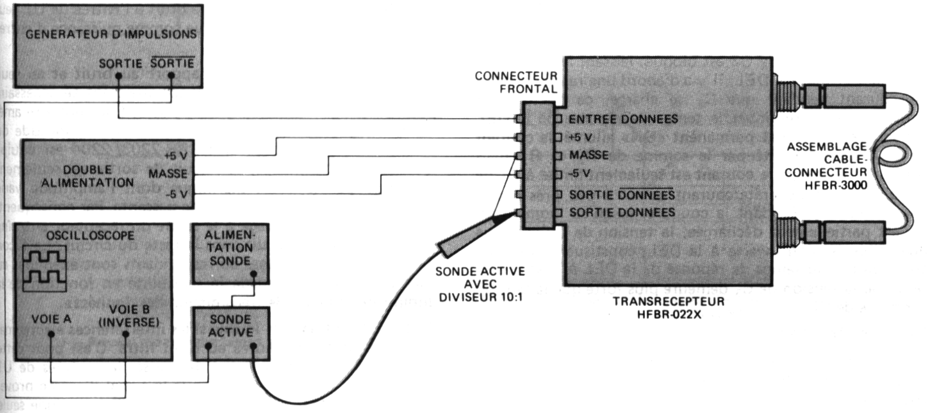
Préparation des tests

Equipement requis

1. Alimentation double (HP 623613)
2. Oscilloscope 100 MHz (HP 1725A)
3. Sonde active d'oscilloscope et extrémité sonde (HP 1120A/1122A)
4. Diviseur 10:1 pour sonde d'oscilloscope (HP 10241A)
5. Générateur d'impulsions 50 MHz (HP 8082A)
6. Câbles et connecteurs divers

Méthode

1. Connecter le câble optique et le connecteur frontal transrécepteur (émetteur/récepteur).
2. Régler l'alimentation à + 5 V et – 5 V. Connecter ensuite le transrécepteur comme décrit le schéma. Ne pas dépasser la tension de fonctionnement préconisée.
3. Régler le générateur d'impulsions pour obtenir des signaux carrés de niveau TTL (+ 3 V) avec un temps de transition de 5 ns, le connecter ensuite au transrécepteur.
4. Utiliser l'oscilloscope et la sonde active avec le diviseur 10:1 pour observer les formes d'onde d'entrée et de sortie.



Notes :

1. La sortie des données observée par la sonde active présente un dépassement sur le front montant. Ce dépassement disparaît si la sortie est chargée de façon à piloter une entrée TTL.
2. Des charges de 50 ohms doivent être disposées aux entrées de l'oscilloscope.
3. La sonde active doit être mise sur cc pour observer les vitesses de transmission inférieures. La fonction «offset» de la sonde active doit être arrêtée.
4. La sonde active sert à éviter les réflexions du signal observé par l'adaptation des impédances.
5. Si nécessaire, nettoyer à l'acétone les portes optiques des connecteurs des fibres avant de les connecter aux transrécepteur.

Modalités de commande

	Type connecteur	Format des données
HFBR-0221	HP	Rapport cyclique 33 à 67% (utiliser pour des formes de codes tels que Manchester et biphase)
HFBR-0222	SMA	
HFBR-0223	HP	Rapport cyclique 5 à 95% (utiliser pour des formes de codes tels que NRZ et NRZI)
HFBR-0224	SMA	

Câbles optiques (voir fiches techniques)

HFBR-3000 Câble monovoie avec connecteurs - longueur à la demande

HFBR-3100 Câble bivoie avec connecteurs - longueur à la demande

Note : l'option 001 détermine le type de connecteur HFBR-4000 (HP) et l'option 002 les connecteurs SMA.

HFBR-3001 Câble monovoie avec connecteurs - 10 mètres (connecteurs HFBR-4000)

HFBR-3021 Câble monovoie avec connecteurs - 10 mètres (connecteurs SMA)

HFBR-3200 Câble monovoie sans connecteur - longueur à la demande

HFBR-3300 Câble bivoie sans connecteur - longueur à la demande

FIBRES OPTIQUES

Applications

DESCRIPTION DES CIRCUITS DU TRANSRECEPTEUR

Les circuits de transmission et de réception sont séparés. Ces fonctions étant totalement indépendantes, ces circuits permettent la transmission et la réception simultanées des données sans aucune interférence.

Circuits émetteur

Du côté de l'émetteur, la borne ENTREE DONNEES opère à partir de signaux de niveau TTL; l'émetteur HFBR-1201/-1202 est désactivé ($P_T = 0$) lorsque cette borne est à l'état bas et il est en fonction lorsque cette borne est à l'état haut. R_{12} maintient l'entrée à l'état bas lorsqu'aucun signal n'est envoyé. Dans ce cas, le transistor de sortie U3 est en fonction et le courant provenant de R_2 est mis à la masse par CR_1; rendant suffisamment faible la tension de l'anode de l'émetteur HFBR-1201/-1202 pour que la DEL demeure éteinte tout en lui permettant d'être légèrement polarisée en direct (par la tension directe de CR_1) pour pouvoir être mise en fonction en très peu de temps. Lorsque le courant direct dans la DEL est insignifiant, C_3 est déchargée. Lorsque la borne ENTREE/DONNEES est mise à l'état haut, le transistor de sortie de U3 est bloqué, laissant le courant de R_2 pénétrer dans la DEL; il y a d'abord une rapide montée de courant pendant que C_3 se charge, ce qui a pour conséquence de diminuer le temps de réponse de la DEL à l'allumage. A l'état permanent «ON» allumé, le courant de la DEL est limité par la somme de R_2 et R_3 mais pendant l'allumage, le courant est seulement limité à R_2 de sorte que le ratio crête/courant cc est à peu près égal à $(R_2 + R_3)/R_2$. Pendant la coupure, jusqu'au moment où C_3 est partiellement déchargée, la tension de C_3 applique une faible tension inverse à la DEL, constituant ainsi une amélioration du temps de réponse de la DEL à l'extinction tant que la tension de C_3 demeure plus forte que la tension anodique de CR_1.

Circuits récepteur

En ce qui concerne le circuit récepteur, une relation semblable existe entre le flux optique et les signaux de niveau TTL; autrement dit, une excursion montante du flux optique d'entrée provoque normalement un état logique haut pour SORTIE/DONNEES.

Lorsque l'entrée optique est en régime permanent, les entrées positives et négatives de U1 sont au potentiel de masse de sorte que la sortie U1 soit proche de 0 et puisse donc faire des excursions montantes ou descendantes en réponse aux variations de son entrée. U2 est un comparateur; lorsque U2 est connecté comme indiqué, il provoque une contre-réaction positive à partir de SORTIE/DONNEES lorsque cette borne est à l'état haut et à partir de $\overline{\text{SORTIE/DONNEES}}$ lorsque SORTIE/DONNEES est à l'état bas. Cette contre-réaction positive le fait travailler en trigger de Schmitt, les seuils d'hystérésis étant établis par les rapports de division de tension dans R_{11}, R_9 quand SORTIE/DONNEES est à l'état haut et dans R_{10}, R_8 quand SORTIE/DONNEES est à l'état bas.

En fonctionnement dynamique, une augmentation de la puissance optique d'entrée provoque une diminution de la tension de la broche 2 du dispositif HFBR-2203/-2204. Cette diminution est couplée en alternatif par C_{11} à la broche 1 d'entrée U1 où elle est amplifiée et transformée en un signal symétrique de sortie qui croît à la broche 8 et décroît à la broche 7. Le signal décroissant couplé par C_{13} à U2 aura pour effet, si l'amplitude dépasse le seuil d'hystérésis, de verrouiller par U2 un état haut logique sur SORTIE/DONNEES. De même, une chute du flux optique d'entrée a pour effet que U2 verrouille un état logique haut sur $\overline{\text{SORTIE/DONNEES}}$ (un état bas sur SORTIE/DONNEES).

Après une variation de la puissance optique d'entrée, le circuit amplificateur U1 peut revenir à l'état stable mais U2 maintient l'état logique jusqu'à l'intervention d'une variation opposée, sauf si une excursion de tension de bruit intervient et provoque une inversion logique. Par conséquent, le seuil fixé à U2 doit être assez haut pour que les interférences électromagnétiques provenant d'une autre partie du circuit ou les bruits à l'entrée amplifiés par U1 ne provoquent une modification erronée. Par contre, si le seuil est fixé trop haut, il faudra au récepteur des variations beaucoup trop grandes de la puissance optique d'entrée pour provoquer un changement correct d'état de U2.

Dans les limites de sa gamme dynamique, U1 opère linéairement de sorte que le seuil de U2 puisse être référencé à l'entrée de U1 comme tension de seuil équivalent (c'est-à-dire divisée par le gain de U1). De même, le récepteur HFBR-2203/-2204 procède à la conversion linéaire de l'entrée optique à la sortie «tension» (typiquement 7 mV par μW) pour que le seuil de U2 puisse être rérérencé à l'entrée optique comme un niveau équivalent de flux optique. Par conséquent, les modifications du gain de U1 ou du seuil de U2 affectent la puissance d'entrée équivalente au seuil.

De même, la tension efficace de bruit à l'entrée de U1 peut être référencée à l'entrée optique comme puissance d'entrée équivalente de bruit.

La sensibilité se définit par rapport au bruit et au seuil comme étant l'excursion de flux optique d'entrée nécessaire pour obtenir un fonctionnement fiable. Elle peut être améliorée en utilisant un filtre pour diminuer l'amplitude du bruit. Puisque le récepteur HFBR-2203/-2204 est équipé d'un excellent blindage, son bruit de sortie est seulement provoqué par le bruit thermique dont l'amplitude varie comme la racine carrée de la bande passante. Par conséquent, l'application d'un filtrage à la sortie du récepteur entraîne une diminution du bruit dans le reste du circuit. La façon d'opérer et les avantages correspondants sont examinés au chapitre «Amélioration de la sensibilité en fonction de la diminution du taux de transmission des données».

Ce type de filtrage est inutile si les interférences électromagnétiques sont supérieures au bruit filtré. C'est pour cette raison que les impédances à la masse des entrées de U1 doivent être symétriques bien que le signal d'entrée provenant du récepteur HFBR-2203/-2204 soit issu d'une seule source. Pour cela, on donne à R_5 la même valeur que R_6 et à C_{11} la même valeur que C_{12}. Ceci rend les impédances symétriques parce que l'impédance interne de la sortie du récepteur est très basse et que seules des valeurs faibles de R_{13} sont utilisées pour le filtrage. Une neutralisation plus poussée des interférences électromagnétiques s'obtient en agissant sur les connexions aux entrées de U1 afin qu'elles aient à peu près la même longueur et qu'elles soient placées aussi près que possible l'une de l'autre.

DIFFERENCES AU NIVEAU DE LA CONCEPTION

(HFBR-0221/-0222 et HFBR-0223/-0224)

Les deux versions du transrécepteur sont conçues en fonction d'objectifs différents de manipulation d'informations. Les HFBR-0221/-0222 sont destinés à être utilisés avec des signaux présentant un rapport cyclique proche de 50% (par exemple, des signaux codés Manchester ou biphase). Les HFBR-0223/-0224 sont destinés à être employés tel un détecteur de front (différenciateur). Avec une très courte constante de temps due à C_{13} et C_{14}, les niveaux de tension sont rafraîchis si rapidement que le temps de réponse n'est pratiquement pas affecté par les différences de temps entre les transitions du flux optique et, pour cette raison, le système peut traiter des formats de données arbitraires comme des signaux codés NRZ et NRZI.

Les réponses aux différents modes sont illustrées à la figure 1. Il apparaît clairement que pour la version HFBR-0223/-0224, la synchronisation des fronts est limitée soit par un écartement minimum des fronts, soit par une vitesse maximale de transmission de signaux à l'endroit où le débordement d'une impulsion peut affecter l'impulsion

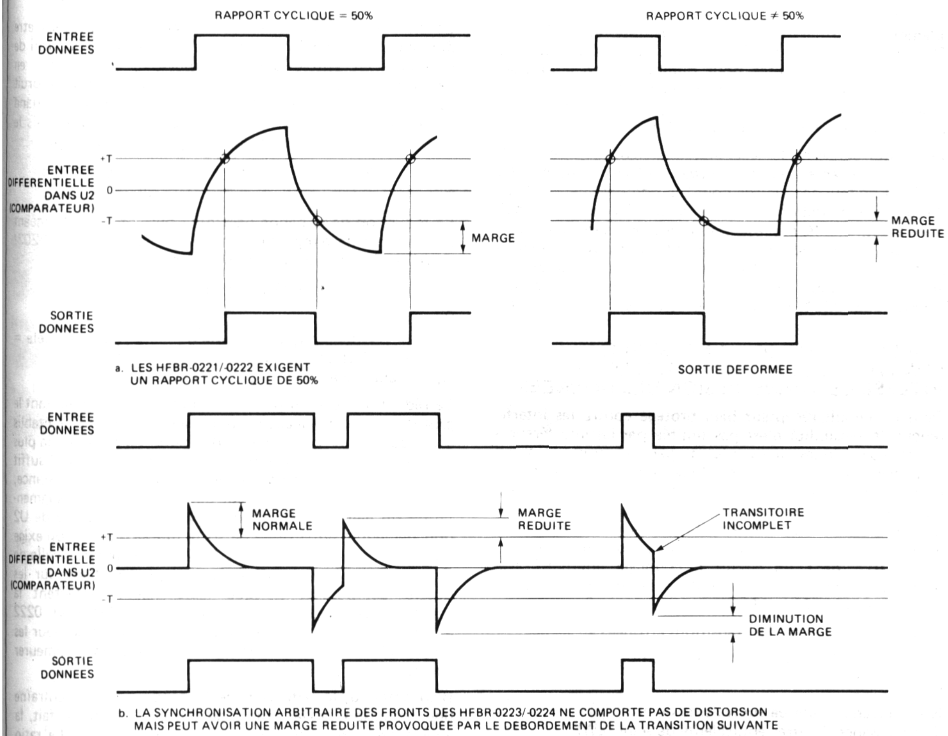


FIGURE 1 — Formes d'ondes des temps de réponse du transrécepteur

suivante. Pour les HFBR-0221/-0222, un rapport cyclique nettement supérieur ou inférieur à 50% diminuerait le rapport signal/bruit et entraînerait également une augmentation de la distorsion du temps de propagation.

Les réglages à effectuer sur les circuits pour obtenir ces différences de fonctionnement ont lieu essentiellement du côté récepteur. Evidemment, pour les HFBR-0221/-0222, il suffit de rendre les constantes de temps de C_{13} et C_{14} assez longues pour coupler une forme d'onde rectangulaire aux entrées de U2, puis de régler U1 pour avoir un gain élevé et de mettre les seuils de U2 à la valeur qui donne un rapport seuil/bruit supérieur à 6. Pour les HFBR-0221/-0222, la constante de temps de C_{13}, C_{14}, doit être inférieure au tiers du temps le plus court requis entre deux fronts successifs. L'amplitude de crête des impulsions parvenant à U2 sera limitée par la constante de temps courte, cette situation pouvant être palliée quelque peu en diminuant le gain de U1 (et en augmentant ainsi sa bande passante). Ceci entraîne aussi une diminution du seuil au niveau de U2.

Une limite s'impose à la réduction du seuil de U2 pour que celle-ci ne rende pas U2 trop vulnérable aux interférences électromagnétiques provenant du côté émetteur. Compte tenu des contraintes de conception, la possibilité de traiter des formats de données arbitraires s'obtient au détriment de la sensibilité; en d'autres termes, les HFBR-0223/-0224 exigent des excursions de flux optiques d'entrée légèrement plus grandes que celles requises par les HFBR-0221/-0222.

Le réglage du gain au niveau de U1 comporte aussi une limite. Le gain maximum possible est de 400 avec $R_7 = 0$, de sorte que l'augmentation de gain disponible est de 6 dB environ (c'est-à-dire x4 à cause de la relation linéaire avec la puissance d'entrée). L'augmentation du gain par un facteur égal à 4 permet une amélioration de la sensibilité dans un rapport identique à celui que l'on obtient en diminuant de 16 fois la bande passante du bruit.

En ce qui concerne l'émission, la différence est très faible. Les deux versions sont commandées par le même courant d'entrée constant appliqué à la DEL de l'émetteur HFBR-1201/-1202 mais elles présentent des ratios crête/cc différents. Le rôle du courant crête est essentiellement de charger les capacités parasites et d'alimenter la DEL afin que le ratio crête/cc de 2:1 des HFBR-0221/-0222 n'applique pas une contrainte trop forte à la DEL même si la crête de 80 mA dépasse la spécification de la fiche technique (40 mA). Dans la version HFBR-0223/-0224, le niveau crête est légèrement réduit pour s'assurer que son front arrière ne sera pas interprété par le circuit récepteur comme une transition négative de données.

ASPECTS LIES A L'IMPLANTATION DU CIRCUIT

Compte tenu de l'espace disponible et dans la mesure du possible, les parties sensibles du circuit récepteur ont été écartées de celles du circuit émetteur comportant de fortes excursions de courant et de tension. Les composants qui n'ont pas de fonction au niveau des signaux (éléments d'isolement de l'alimentation) sont disposés à l'endroit qui se trouve entre les circuits de réception et d'émission afin d'améliorer la protection contre les interférences. Les connexions des entrées symétriques sont, dans la mesure du possible, rendues égales en longueur et placées à proximité les unes des autres. Bien entendu, la carte est du type à plan de masse et les blindages contre les interférences électromagnétiques du matériel de montage des HFBR-4201/-4202 sont mis en place.

L'émetteur n'exige qu'une seule alimentation de + 5 V. Du fait des fortes excursions du courant dans la DEL, une commande shunt est utilisée pour diminuer les réactions sur l'alimentation qui est partagée par le circuit récepteur. Il y a également un découplage par L_1, C_1, C_2 qui vient s'ajouter à celui (C_{15}, C_{16}) de l'alimentation + 5 V.

En ce qui concerne le récepteur, l'alimentation de − 5 V comporte seulement le découplage d'entrée composé de C_6 et C_7 et un seul découplage pour U1, composé de L_2 et C_8. Puisque l'alimentation de + 5 V est partagée avec le circuit d'émission, un découplage important est nécessaire pour diminuer les interférences. Pour U2, on trouve le premier étage composé de L_4, C_4 et C_5; pour U1, un deuxième étage est composé de L_3, C_9; enfin, pour le récepteur HFBR-2203/-2204, un troisième étage est composé de R_4 et C_{10}.

AMELIORATION DE LA SENSIBILITE EN FONCTION DE LA DIMINUTION DE LA VITESSE DE TRANSMISSION DES DONNEES

Dans un circuit récepteur bien protégé contre les interférences, la sensibilité n'est pas limitée par les interférences électromagnétiques mais plutôt par le bruit aléatoire (Gaussien) pour lequel l'amplitude varie comme la racine carrée de la bande passante. La sensibilité se définit comme l'amplitude de la puissance du signal requise pour obtenir un taux d'erreur binaire assez faible, ce taux étant également appelé probabilité d'erreur, P_e. Pour obtenir un taux $P_e < 10^{-9}$ dans un circuit à couplage alternatif avec hystérésis, comme celui utilisé dans les HFBR-0221/-0222 et HFBR-0223/-0224, il faut :

a) $T > 6N$ pour éviter les transitions erronées en sortie

b) $P > (T + 6N)$ pour obtenir les transitions voulues

où

N = puissance d'entrée équivalente de bruit (μW)
T = puissance d'entrée équivalente de seuil (μW)
P = amplitude des excursions de la puissance d'entrée (μW)

La diminution du bruit par un filtrage permet une amélioration de la sensibilité par une diminution de l'amplitude du bruit. Le bruit filtré présente une amplitude N dans une bande passante B et le rapport du bruit filtré/non filtré est :

$N/N_O = (B/B_O)^{0,5}$ comme indiqué ci-dessus

où

N_O = bruit de référence dans une bande passante, B_O
B_O = 25 MHz, la bande passante 3 dB non filtrée du récepteur HFBR-2203/2204

Le bruit étant réduit d'un facteur N/N_O, le seuil peut être diminué du même facteur et ceci permet à l'excursion de puissance en entrée d'être diminuée de N/N_O tout en permettant de maintenir $P_e < 10^{-9}$. Si on diminue le bruit par filtrage, mais sans régler le seuil, on obtient quand même une certaine amélioration de la sensibilité mais le facteur d'amélioration peut être notoirement inférieur.

$P/P_O = N/N_O$ pour un réglage du seuil de $T/T_O = N/N_O$

$P/P_O = (1 + N/N_O)/2$ sans réglage du seuil

La réduction de la bande passante s'obtient en prolongeant la constante de temps à la sortie du récepteur HFBR-2203/-2204. La bande passante résultante est :

$B = 1/[\,(2\pi)\,(\text{Req.})\,(C_{17})\,]$

où

Req. = résistance équivalente de R_5 et R_{13} en parallèle = $1/(1/R_5 + 1/R_{13})$
C_{17} = capacité ajoutée en parallèle avec R_5

La réduction du seuil peut être faite soit en augmentant le gain de U1, soit en abaissant les seuils d'hystérésis établis à U2 ou par une combinaison des deux. La méthode la plus simple consiste à augmenter le gain de U1 puisqu'il suffit dans ce cas de changer seulement la valeur d'une résistance, R_7; la diminution de la valeur de R_7 entraîne une augmentation du gain. Le réglage de l'hystérésis au niveau de U2 doit demeurer symétrique de sorte que sa diminution exige d'abaisser la valeur de R_8 et R_9 ou d'augmenter celle de R_{10} et R_{11}. Il peut même être nécessaire d'agir sur les quatre composants puisque leurs valeurs affectent la constante de temps avec C_{13} et C_{14}. Les HFBR-0221/-0222 exigent une constante de temps longue alors que pour les HFBR-0223/-0224 la constante de temps doit demeurer courte.

Bien entendu, la réduction de la bande passante entraîne une réduction de la vitesse de réponse et, de ce fait, la vitesse de transmission des signaux est diminué. Le ratio suivant est une bonne indication de la relation entre la vitesse de transmission des signaux et de la bande passante : deux bauds par hertz; en d'autres termes, une bande passante de 2 MHz permet une vitesse de transmission de 4 MBd.

Le tableau I regroupe une série de valeurs préconisées pour les composants et les résultats prévus pour chaque sélection.

Tableau I - Valeurs préconisées pour les composants et performances typiques du transrécepteur (0°C à 70°C)

HFBR-0221/-0222 : (0,33 < rapport cyclique < 0,67)

	1 MBd	5 MBd	20 MBd	40 MBd
R_{13} (ohms)	100	100	zéro	zéro
C_{17} (pF)	3300	680	100	100
R_7 (ohms)	zéro	20	110	402
R_8 et R_9 (ohms)	1 k	1 k	1 k	1 k
R_{10} et R_{11} (ohms)	26,1 k	14,7 k	14,7 k	14,7 k

Bilan de puissance minimum (dB)

Pour l'atténuation des câbles	17,5	14	9	6

Longueur du câble (en mètres)

@ 5,5 dB/km	3100	2500	1600	1000

Tableau I - Valeurs préconisées pour les composants et performances typiques du transrécepteur (0°C à 70°C) (suite)

HFBR-0223/-0224 : (0,05 < rapport cyclique < 0,95)

		1 MBd	5 MBd	20 MBd
R_{13} (ohms)		100	100	zéro
C_{17} (pF)		3300	680	100
R_7 (ohms)		82,5	402	1620
C_{13} et C_{14} (pF)		1000	220	68
R_8 et R_9 (ohms)		0,215 k	0,215 k	0,215 k
R_{10} et R_{11} (ohms)		8,25 k	8,25 k	8,25 k

Bilan de puissance minimum (dB)

		1 MBd	5 MBd	20 MBd
Pour l'atténuation des câbles		13,5	10	15

Longueur du câble (en mètres)

		1 MBd	5 MBd	20 MBd
@5,5 dB/km		2400	1800	900

Schéma

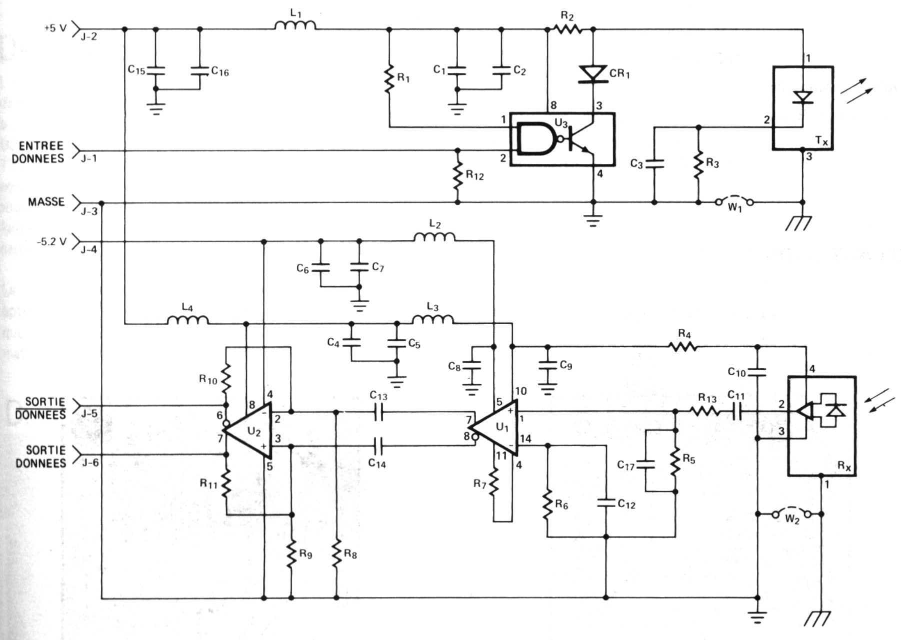


FIGURE 2

LISTE DES COMPOSANTS

Composants communs

Résistances	Description
R_1	10 kΩ; 1%; 1/8 W
R_4	51,1 Ω; 1%; 1/8 W
$R_{5,6,12}$	1 kΩ; 1%; 1/8 W
R_{13}	0 Ω (comme W_3)
Condensateurs	
$C_{1,5,6,8,9,11,12,16}$	céramique 0,1 μF
C_2	tantale 47 μF
$C_{3,17}$	100 pF
$C_{4,7,15}$	tantale 4,7 μF
C_{10}	céramique 1 μF
Inductances	
$L_{1,2,3,4}$	2,7 μH ± 10% Q = 40 @ 7,9 MHz rés. cc = 0,55 Ω
Diode	
CR_1	1N3064
Circuits intégrés	
U1	LM-733C
U2	LM-360N
U3	MC-75451
Cavaliers optionnels	
$W_{1,2,3}$ ($W_3 = R_{13}$)	

COMPOSANTS SPECIFIQUES AUX PRODUITS

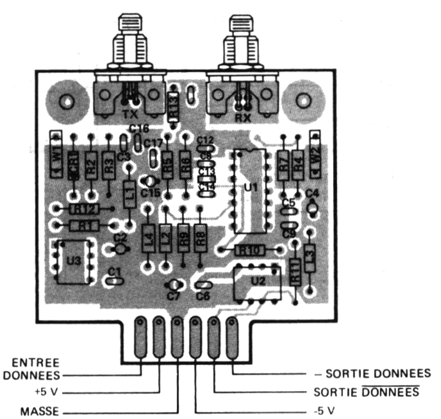
	HFBR-0221/-0222	HFBR-0223/-0224
Résistances		
R_2	43 Ω; 1%; 1/2 W	51 Ω; 5%; 1/2 W
R_3	42,2 Ω; 1%; 1/8 W	31,6 Ω; 1%; 1/8 W
R_7	110 Ω; 1%; 1/8 W	1,62 kΩ; 1%; 1/8 W
$R_{8,9}$	1 kΩ; 1%; 1/8 W	215 Ω; 1%; 1/8 W
$R_{10,11}$	14,7 kΩ; 1%; 1/8 W	8,25 kΩ; 1%; 1/8 W
Condensateurs		
$C_{13,14}$	céramique 0,1 μF	68 pF

COMPOSANTS OPTIQUES

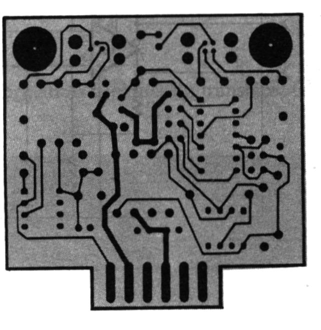
	HFBR-0221/-0223	HFBR-0222/-0224
T_X	HFBR-1201	HFBR-1202
R_X	HFBR-2203	HFBR-2204
Matériel de montage	HFBR-4201	HFBR-4202

IMPLANTATION DE LA CARTE

COTE COMPOSANTS



COTE CIRCUITS



MODULE ÉMETTEUR POUR FIBRE OPTIQUE 100 m

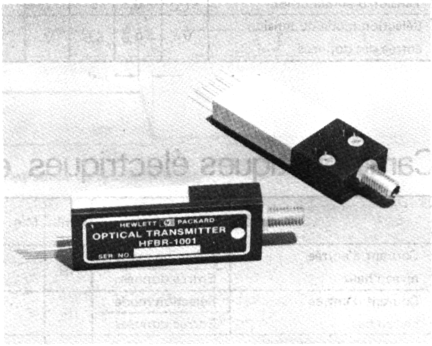
HFBR-1001

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **VITESSE DE TRANSMISSION DES DONNEES : cc à 10 MBauds***
- **GRANDE DISTANCE : 100 m***
- **CODAGE DES ENTREES NON EXIGEE***
- **SURVEILLANCE FONCTIONNELLE DE LA LIAISON***
- **MONTAGE SUR CARTE DE CI**
- **NIVEAUX D'ENTREE TTL**
- **CONNECTEUR AVEC FENETRE OPTIQUE**
- **ALIMENTATION + 5 V UNIQUE**
- **FAIBLE CONSOMMATION**

*** Avec récepteur HFBR-2001 et ensemble câble optique/connecteur HFBR-3000 à -3100**

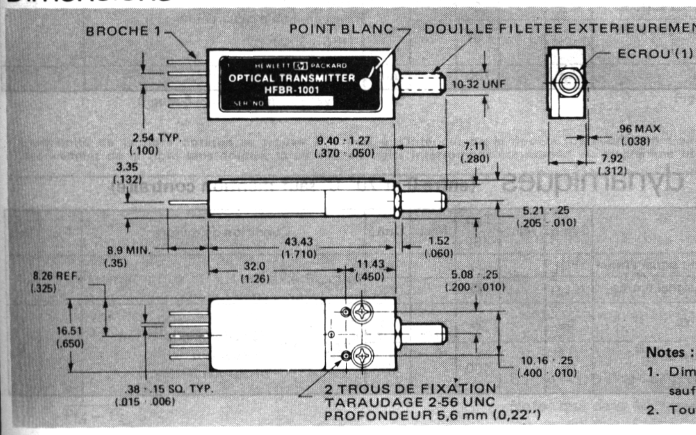


Description

L'émetteur pour fibre optique HFBR-1001 est un système de transmission intégré transformant des signaux électriques en signaux optiques. Un circuit intégré bipolaire et une DEL au GaAsP convertissent les signaux d'entrée à niveau TTL en impulsions optiques du CC à 10 Mb/s NRZ. Un connecteur optique solidaire du module facilite l'interface source/fibre (pas de problème d'alignement). Le boîtier de faible épaisseur est prévu pour être fixé directement sur une carte de circuits imprimés sans radiateur.

Le HFBR-1001 doit être utilisé avec un ensemble câble optique/connecteur HFBR-3000, et un récepteur optique HFBR-2001. Sa puissance est suffisante pour permettre des liaisons optiques de 100 m. Le HFBR-1001 fonctionne selon deux modes sélectionnés extérieurement. Le mode «code interne» fournit un signal optique à trois niveaux décodé par le récepteur HFBR-2001. Ceci permet d'être indépendant du format des données, sur toute la gamme du CC à 10 Mb/s NRZ, tout en assurant une bande dynamique large et une grande sensibilité à la réception. Le mode «code extérieur» fournit un signal optique à deux niveaux qui est la réplique numérique de la forme d'onde des données. En «code extérieur» avec un récepteur HFBR-2001, l'utilisateur doit fournir le format de donnée voulu (voir explications dans la fiche technique HFBR-2001) pour fonctionner correctement. Dans l'un et l'autre mode, les signaux optiques émis sont insensibles aux radiations (ANSI Z136.1-1981).

Dimensions



ATTENTION
1. Ne jamais toucher ni à l'écrou ni à la douille filetée
2. L'extrémité des vis utilisées dans les trous de fixation filetés ne doit pas toucher le fond du boîtier
3. Le connecteur des ensembles HFBR-3001 à -3005 ne doit pas être exagérément serré. Voir spécifications dans fiche technique HFBR-3000.

Broche	Fonction
1	Mode sélection
2	NC
3	Masse
4	V_{CC}
5	Entrée données

Notes :
1. Dimensions en mm et (pouces) sauf mentions contraires
2. Toutes tolérances ± 0,38 mm (± 0,015")

Valeurs limites absolues

Paramètre		Symb.	Min.	Max.	Unité	Note
Température de stockage		T_S	−55	+85	°C	
Température de fonctionnement		T_A	0	70	°C	
Soudage	Température			260	°C	3
	Durée			10	s	
Tension d'alimentation		V_{CC}	−0,5	6	V	
Sélection mode ou tension entrée des données		V_I	−0,5	5,5	V	

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symb.	Min.	Max.	Unité	Note
Température ambiante	T_A	0	70	°C	
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,75	5,25	V	4
Tension d'entrée niveau haut sélection mode ou entrée données	V_{IH}	2,0	V_{CC}	V	
Tension d'entrée niveau bas sélection mode ou entrée données	V_{IL}	0	0,8	V	
Durée des impulsions tension d'entrée des données	t_H, t_L	100		ns	

Caractéristiques électriques et optiques (entre 0 et 70° C, sauf mention contraire)

Paramètre		Symb.	Min.	Typ. (6)	Max.	Unité	Condition de mesure		Fig.	Note
Courant d'entrée niveau haut	Sélection mode	I_{IH}			100	µA	V_{CC} = 5,25 V, V_I = 2,4 V		2	
	Entrée données				20					
Courant d'entrée niveau bas	Sélection mode	I_{IL}			−1,6	mA	V_{CC} = 5,25 V, V_I = 0,4 V			
	Entrée données				−0,6					
Courant d'alimentation	Mode de codage extérieur	I_{CC}	40		170	mA	Sélection mode niveau haut	Entrée données niveau haut V_{CC} = 5,25 V	1	5
								Entrée données niveau bas V_{CC} = 4,75 V	2	
	Mode de codage interne		68	95	125		Sélection mode niveau bas	Entrée données niv. haut ou bas V_{CC} = 5,25 V		
Flux lumineux	Niveau haut	P_H		67		µW	Sélection mode niveau haut	Entrée données niveau haut	1	
	Niveau bas	P_L		3				Entrée données niveau bas	2	
	Niveau moyen	P_M		35			Sélection mode	Entrée données	3	
	Excursion $\frac{\text{(crête à crête)}}{2}$	Δ_P	22	32			Sélection mode niveau haut	signaux carrés à 500 kHz		9
Symétrie d'amplitude, taux d'excursion du flux		k	0,8		1,2		Sélection mode niveau bas		1	7
Ouverture numérique en sortie		N.A.		0,5					3	
Diamètre de la fenêtre optique (coeur de la fibre)		D_C		200		µm				
Pertes par mauvais couplage	Non superposition des surfaces	α_A		6		dB	avec ensemble câble/connecteur HFBR-3000			
	Non adaptation des ouvertures numériques	$\alpha_{N.A.}$		4						
Longueur d'onde crête à l'émission		λ_P		700		nm			4	

Caractéristiques dynamiques (entre 0 et 70° C, sauf mention contraire)

Paramètres		Symb.	Min.	Typ. (6)	Max.	Unité	Condition de mesure		Fig.	Note
Temps de propagation	A la décroissance du signal entrée	t_{PHL}		31		ns	V_{CC} = 4,75 V		1	8
	A la croissance du signal entrée	t_{PLH}		35		ns				
Impulsion de rafraîchissement en mode de codage interne	Durée	t_p		60		ns	V_{CC} = 5 V	Sélection mode niveau haut	1	8
	Taux de répétition	f_R		400		kHz				

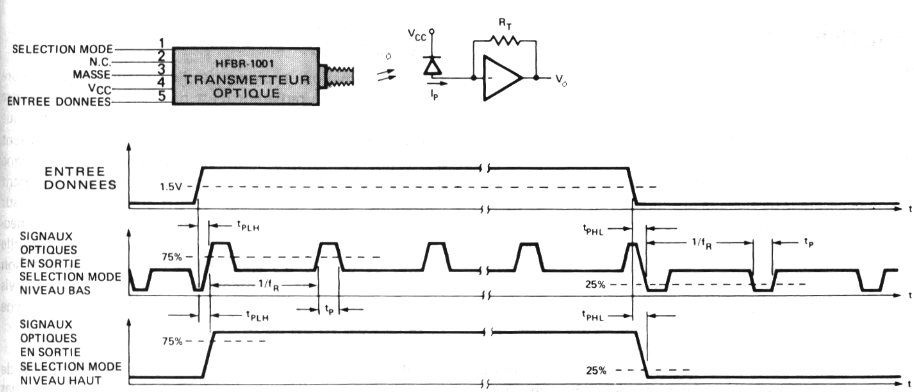


Figure 1 – Codage du flux lumineux et diagramme de synchronisation

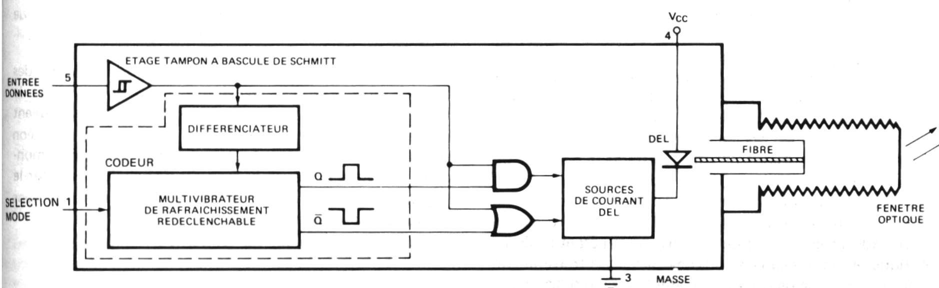


Figure 2 - Schéma

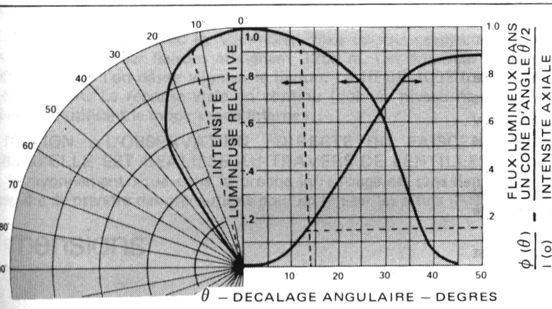


Figure 3 – Diagramme de rayonnement*

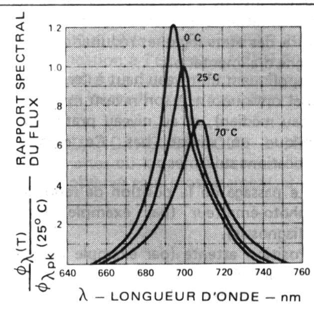


Figure 4 – Spectre de lumière

* L'extrémité de la fibre optique se trouve à 7 mm à l'intérieur de la douille. La courbe en trait plein correspond au diagramme de rayonnement de la fibre sans douille, la courbe en traits interrompus correspond au diagramme obtenu en se plaçant devant la douille

Notes :

3. Mesuré à 2 mm du boîtier
4. Le découplage de l'alimentation avec une self de 2,2 μH et un condensateur de 60 μH est recommandé
5. Courant moyen au repos à l'entrée des données
6. Valeurs typiques $V_{CC} = 5$ V et $T_A = 25°$ C
7. Le taux d'excursion du flux, k, est le rapport entre l'excursion du flux au-dessus du niveau moyen et l'excursion du flux au-dessous du niveau moyen

$$k = \frac{P_H - P_M}{P_M - P_L}$$

8. L'impulsion de rafraîchissement est interrompue si le changement d'état à l'entrée des données a lieu pendant sa durée. Le temps de propagation MAX n'est valable que pour un changement d'état au moment de l'excursion maximale de l'impulsion de rafraîchissement
9. Excursion du flux :

$\Delta p = 0,5\ (P_H - P_L)$,

ou $\Delta p = 0,5\ (P_M - P_L) \times (1 + k)$

Noter que dans les conditions spécifiées pour Δp, le flux moyen est donné par $(\Delta p + P_L)$.

Fonctionnement

L'émetteur HFBR-1001 a deux modes de fonctionnement, le mode «code interne» et le mode «code externe». Ils sont choisis en appliquant un niveau bas à l'entrée «sélection mode» pour le code interne et un niveau haut pour le codage externe.

Lorsqu'un niveau bas est appliqué sur l'entrée sélection mode, le générateur de signaux optiques du HFBR-1001 produit un flux lumineux de niveau médian qui peut varier positivement ou négativement par rapport à ce niveau, en fonction de l'état haut ou bas du signal à l'entrée «données» : dans ce mode de codage interne, un train d'impulsions positives est déclenché par la transition positive du signal à l'entrée «données» et un train d'impulsions négatives par une transition négative à l'entrée «données». Ces trains sont constitués d'impulsions de 60 ns environ dont le taux de répétition est de 400 kHz. Chaque déclenchement d'un train d'impulsions démarre avec une impulsion complète mais dès qu'une transition apparaît sur l'entrée «données» le train d'impulsions s'arrête, même sur une demi-impulsion, pour laisser la place à un train d'impulsions de polarité opposée. Avec ce système de codage et un faible rapport cyclique, le flux moyen est toujours situé vers le niveau médian, quelque soit la vitesse des données ou la durée dans l'un des deux états. Ce système permet de faire fonctionner le récepteur HFBR-2001 dans de meilleures conditions : le flux de niveau médian déclenche le rétablisseur de courant continu et les impulsions de rafraîchissement de l'une ou l'autre polarité ramènent la commande de niveau identique du récepteur au niveau correct, permettant un temps de propagation réduit des changements d'état à l'entrée «données». Le temps de propagation étant toujours identique le mode «codage interne» permet la transmission d'informations analogiques par exemple en modulation par impulsions de largeur variable. Un autre avantage du mode «codage interne à trois niveaux» est de maintenir le courant d'alimentation à un niveau à peu près constant dans l'un ou l'autre des états logiques réduisant ainsi les transitoires sur la ligne d'alimentation.

En appliquant un niveau haut à l'entrée «sélection mode», le signal optique est à son niveau max. (environ deux fois le niveau médian), et au niveau pratiquement 0 lorsqu'on y applique un niveau bas. Ce mode permet les trois applications suivantes :

1. Le passage de la position de repos au flux maximal du photo-émetteur (par exemple dans un système de diagnostic).
2. Position attente (par exemple lorsque le système n'est pas utilisé).
3. La transmission de signaux optiques à deux niveaux, à partir de codes produits extérieurement (par exemple le code Manchester) avec des récepteurs non adaptés au code trois niveaux. Avec un niveau haut à l'entrée «sélection mode» la sortie est indifféremment P_H ou P_L. Le fonctionnement en analogique direct n'est pas possible en raison de l'hystérésis dans la réponse du signal optique au signal à l'entrée «données».

CONSIDERATIONS MECANIQUES ET THERMIQUES

La consommation typique de l'émetteur est inférieure à 500 mW et un radiateur n'est pas nécessaire. La fenêtre optique est constituée par un conduit en fibre optique centré dans un manchon métallique. Ce manchon maintient une bague cylindrique élastique à double paroi qui aligne les manchons de l'émetteur et du connecteur équipant l'ensemble câble/connecteur HFBR-3001. Le processus consiste tout d'abord à introduire le manchon du connecteur dans la bague, ensuite à visser la bague sur la douille filetée. La douille n'a aucune fonction d'alignement, son unique but est de maintenir les manchons en vis-à-vis lorsque la bague est vissée comme indiqué sur la fiche technique des HFBR-3001.

Le HFBR-1001 doit être monté en prenant la précaution de ne pas desserrer l'écrou de blocage du fût pour ne pas modifier le réglage de la fenêtre optique. Desserrer l'écrou risque de provoquer un mauvais alignement du tronçon de la fibre optique dans le module et de réduire la puissance de sortie. Il est recommandé de monter le boîtier de façon que l'écrou soit en dehors de la surface de la carte.

Les performances sont étroitement liées à la propreté des faces du manchon afin d'éviter des obstructions sur le chemin optique. Un nettoyage à l'air comprimé est souvent suffisant. Un coton imbibé d'alcool à brûler ou de fréon convient également. S'il est réellement nécessaire de démonter le fût pour nettoyer la face du manchon, consulter le chapitre concernant le dépannage et la maintenance dans la Note d'Applications 1000.

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

MODULE ÉMETTEUR POUR FIBRE OPTIQUE 1250 m

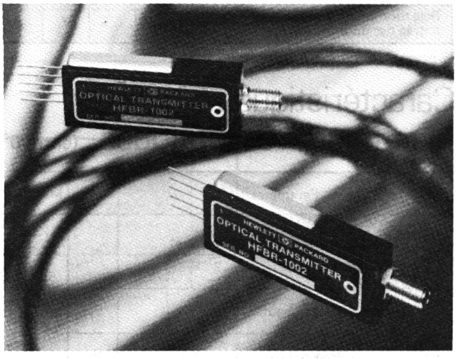
HFBR-1002

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **LIAISONS OPTIQUES JUSQU'A 1250 m***
- **BROCHAGE IDENTIQUE A CELUI DE L'EMETTEUR HFBR-1001**
- **VITESSE DE TRANSMISSION : DU CONTINU A 10 MBd***
- **CODAGE DES DONNEES NON NECESSAIRE***
- **CONTROLE PERMANENT DE LA LIAISON**
- **NIVEAUX D'ENTREE TTL**
- **CONNECTEUR OPTIQUE SOLIDAIRE DU BOITIER**
- **FAIBLE ENCOMBREMENT : MONTAGE SUR CARTE DE C.I.**
- **ALIMENTATION + 5 V UNIQUE**
- **FAIBLE CONSOMMATION**

* Utilisé avec récepteur HFBR-2001 et câble optique de la série HFBR-3000/3100 (longueur quelconque)



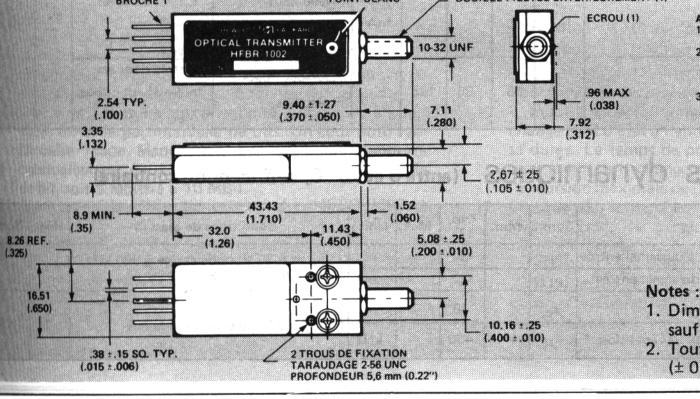
Description

L'émetteur optique HFBR-1002 est un système intégré, transformant des signaux électriques en signaux optiques, pour la transmission de données numériques par câble optique mono-fibre. Un circuit intégré bipolaire et une DEL GaAlAs haut rendement convertissent les signaux d'entrée à niveau TTL en impulsions optiques pouvant atteindre 10 MBd (voir note 5). Le connecteur optique solidaire du boîtier permet un raccordement aisé, sans problème d'alignement de la fibre. Le boîtier de faible encombrement, conçu pour être monté directement sur carte de circuits imprimés sans radiateur, permet un écartement minimal entre cartes de 12,7 mm.

Le HFBR-1002 utilisé avec les ensembles câble optique-connecteurs de la série HFBR-3000 et le récepteur HFBR-2001 permet de réaliser des liaisons atteignant 1250 m. Cet émetteur se substitue sans modification à l'émetteur HFBR-1001 (100 m) lorsque l'on désire allonger la liaison. Le HFBR-1002 fournit des signaux optiques selon deux modes sélectionnés extérieurement. La réponse vraie en continu (donnée niveau haut ou niveau bas dans un intervalle de temps arbitraire) s'obtient en utilisant le mode «code interne».

ATTENTION : L'OBSERVATION DIRECTE DU FAISCEAU LUMINEUX EST DANGEREUSE POUR L'OEIL LORSQU'ELLE EST REALISEE AU TRAVERS DE LENTILLES GROSSISANTES (lunettes ou loupe). Observé à l'oeil nu, le rayonnement situé dans le proche infra-rouge est sans danger. Par contre, s'il est observé sous grossissement, il est nécessaire de prendre des précautions pour en limiter les effets (ANSI Z136.1-1981).

Dimensions



ATTENTION
1. Ne jamais toucher ni à l'écrou ni à la douille filetée.
2. L'extrémité des vis utilisées dans les trous de fixation filetés ne doit pas toucher le fond du boîtier.
3. Le connecteur ne doit pas être exagérément serré. Voir spécifications dans fiches techniques concernant les câbles.

Bornes	Fonction
1	Sélection mode
2	NC
3	Masse
4	VCC
5	Entrée données

Notes :
1. Dimensions en mm et (pouces), sauf mentions contraires.
2. Toutes tolérances ± 0,38 mm (± 0,015").

FIBRES OPTIQUES

Valeurs limites absolues

Paramètre		Symb.	Min.	Max.	Unité	Note
Température de stockage		T_S	−55	+85	°C	
Température de fonctionnement		T_A	0	70	°C	
Soudage	Température			260	°C	3
	Durée			10	s	
Tension d'alimentation		V_{CC}	−0,5	6	V	
Sélection mode ou tension entrée des données		V_I	−0,5	5,5	V	

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre	Symb.	Min.	Max.	Unité	Note
Température ambiante	T_A	0	70	°C	
Tension d'alimentation	V_{CC}	4,75	5,25	V	4
Tension d'entrée niveau haut sélection mode ou entrée données	V_{IH}	2,0	V_{CC}	V	
Tension d'entrée niveau bas sélection mode ou entrée données	V_{IL}	0	0,8	V	
Durée des impulsions tension d'entrée des données (haut, bas)	t_H, t_L	100		ns	5
Longueur de liaison	ℓ		1000	m	6

Caractéristiques électriques et optiques (entre 0° et + 70°C, sauf mention contraire)

Paramètre			Symb.	Min.	Typ. (7)	Max.	Unité	Conditions de mesure		Fig.	Note
Flux lumineux	Sortie (crête à crête) émetteur 2		P_O	-13	-11		dBm	Sélection mode niveau haut	Entrée données onde carrée à 500 kHz	1, 2, 3, 5	8
				50	80		µW				
	Niveau haut		P_H		165		µW	Sélection mode niveau haut	Entrée données niveau haut		
	Niveau bas		P_L		5				Entrée données niveau bas		
	Niveau moyen		P_M	.	85			Sélection mode niveau bas	Entrée données onde carrée à 500 kHz		
Pertes de couplage			α_F		1,5	5,4	dB	Avec HFBR-3000/3100 $\ell > 300M$			12
Sortie flux lumineux			P_T		-21		dBm	50/125 µm O.N. fibre = 0,21, g = 2			13
					-12,5		dBm	HFBR-3000/3100 100/140 µm O.N. fibre = 0,28, g = 2			
Symétrie d'amplitude, taux d'excursion du flux			k	0,8		1,2	—	Sélection mode niveau bas		1	9
Ouverture numérique en sortie			O.N.		0,3					3	
Diamètre de la fenêtre optique (cœur de la fibre)			D_C		100		µm				
Longueur d'onde crête à l'émission			λ_{PK}		820		nm			4	
Courant d'entrée niveau haut	Sélection mode		I_{IH}			100	µA	$V_{CC} = 5{,}25$ V, $V_I = 2{,}4$ V		2	
	Entrée données					20					
Courant d'entrée niveau bas	Sélection mode		I_{IL}			-1,6	mA	$V_{CC} = 5{,}25$ V, $V_I = 0{,}4$ V			
	Entrée données					-0,6					
Courant d'alimentation	Mode de codage extérieur		I_{CC}			170	mA	Sélection mode niveau haut	Entrée données niveau haut $V_{CC} = 5{,}25$ V	1, 2	10
				40					Entrée données niveau bas $V_{CC} = 4{,}75$ V		
	Mode de codage interne			68	95	125		Sélection mode niveau bas	Entrée données niveau haut ou bas $V_{CC} = 5{,}25$ V		

Caractéristiques dynamiques (entre 0 et 70° C, sauf mention contraire)

Paramètre		Symb.	Min.	Typ. (7)	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation	A la décroissance du signal entrée	t_{PHL}		34		ns	$V_{CC} = 4{,}75$ V, onde carrée à 500 kHz appliquée à l'entrée données	1	11
	A la croissance du signal entrée	t_{PLH}		32		ns			
Impulsion de rafraîchissement en mode de codage interne	Durée	t_P		40		ns	$V_{CC} = 5$ V, sélection mode bas	1	11
	Taux de répétition	f_R		400		kHz			

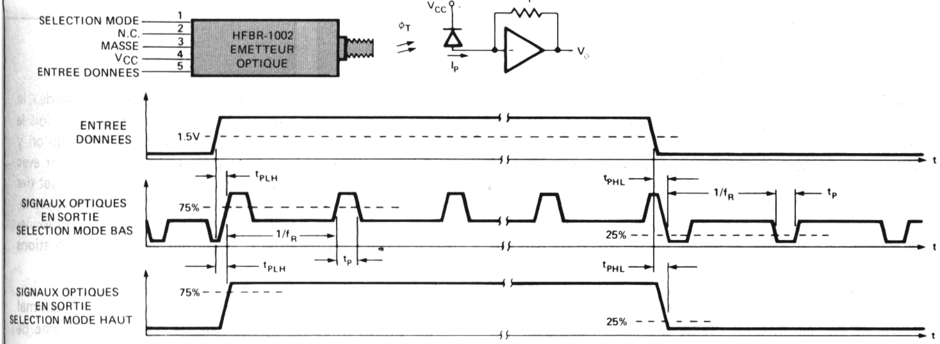


FIGURE 1 – Codage du flux lumineux et diagramme de synchronisation

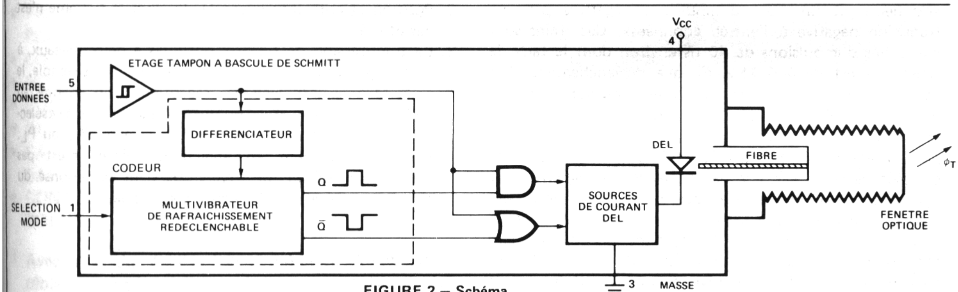


FIGURE 2 – Schéma

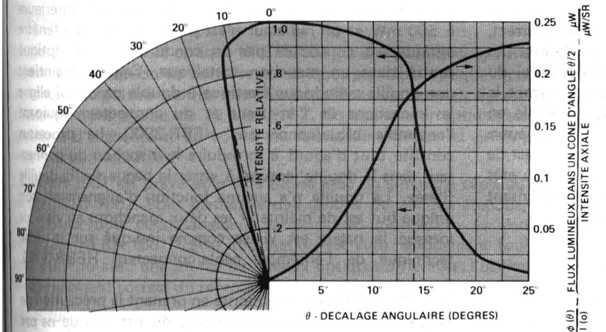


FIGURE 3 – Diagramme de rayonnement ★

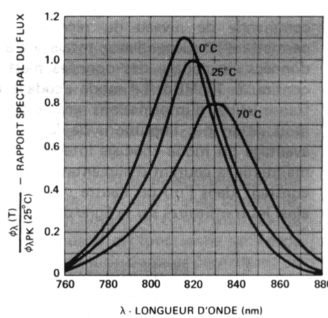


FIGURE 4 – Spectre de lumière

★ L'extrémité de la fibre optique se trouve à 7 mm à l'intérieur de la douille. La courbe en trait plein correspond au diagramme de rayonnement de la fibre sans douille, la courbe en traits interrompus correspond au diagramme obtenu en se plaçant devant la douille.

Notes (suite) :

3. Mesuré à 2 mm du boîtier.
4. Le découplage de l'alimentation avec une self de 2,2 μH et un condensateur de 60 μF est recommandé.
5. En données NRZ, 10 MBd correspondent à une vitesse de transmission de Mbits/s. Pour les autres codes, la vitesse de transmission correspond au nombre d'intervalles de code par intervalle de bits. Un code auto synchronisé (code Manchester, par exemple) comporte habituellement deux intervalles de code par intervalle de bit, soit 5 Mbits/s à 10 MBd.
6. Avec ensemble câble-connecteurs série HFBR-3000 et récepteur HFBR-2001.
7. Valeurs typiques, $V_{CC} = 5$ V et $T_A = 25$ °C.
8. En sortie de l'émetteur, P_T est égal à $\Delta P = \frac{(P_H - P_L)}{2}$, excursion du flux.
   Noter que dans les conditions spécifiées pour ΔP, le flux moyen est égal à $\frac{(P_H + P_L)}{2}$
9. Le taux d'excursion du flux, k, est le rapport entre l'excursion du flux au-dessus du niveau moyen et l'excursion du flux au-dessous du niveau moyen.
$$k = \frac{P_H - P_M}{P_M - P_L}$$
10. Courants moyens sur l'entrée donnée au repos.
11. L'impulsion de rafraîchissement est interrompue si le changement d'état à l'entrée des données a lieu pendant sa durée. Le temps de propagation MAX. n'est valable que pour un changement d'état au moment de l'excursion maximale de l'impulsion de rafraîchissement.
12. Lorsque des ensembles de câbles HFBR-3000/3100 sont utilisés, les pertes totales d'insertion (α_T) se calculent comme suit :
    $\alpha_T = 8{,}4$ dB ; $\ell \leqslant 300$ m
    $\alpha_T = \alpha_F + \alpha_O$; $\ell/1000$; $\ell > 300$ m
    ou α_O = atténuation du câble à 820 nm ; ℓ = longueur du câble (mètres).
13. Mesuré à l'extrémité de 1 m de câble optique avec un détecteur à grande surface et des modes de gaine réduits.

Fonctionnement

L'émetteur HFBR-1002 a deux modes de fonctionnement, le mode «code interne» et le mode «code externe». Ils sont choisis en appliquant un niveau bas à l'entrée «sélection mode» pour le code interne et un niveau haut pour le codage externe.

Lorsqu'un niveau bas est appliqué sur l'entrée sélection mode, le générateur de signaux optiques du HFBR-1002 produit un flux lumineux de niveau médian qui peut varier positivement ou négativement par rapport à ce niveau, en fonction de l'état haut ou bas du signal à l'entrée «données» : dans ce mode de codage interne, un train d'impulsions positives est déclenché par la transition positive du signal à l'entrée «données» et un train d'impulsions négatives par une transition négative à l'entrée «données». Ces trains sont constitués d'impulsions de 40 ns environ dont le taux de répétition est de 400 kHz. Chaque déclenchement d'un train d'impulsions démarre avec une impulsion complète mais dès qu'une transition apparaît sur l'entrée «données», le train d'impulsions s'arrête, même sur une demi-impulsion, pour laisser la place à un train d'impulsions de polarité opposée. Avec ce système de codage et un faible rapport cyclique, le flux moyen est toujours situé vers le niveau médian, quelle que soit la vitesse des données ou la durée dans l'un des deux états. Ce système permet de faire fonctionner le récepteur HFBR-2001 dans de meilleures conditions : le flux de niveau médian déclenche le rétablisseur de courant continu et les impulsions de rafraîchissement de l'une ou l'autre polarité ramènent la commande de niveau du récepteur au niveau correct, permettant l'indépendance totale vis à vis du format des données (le codage des données n'est pas nécessaire) du continu à 10 MBd. Le mode «codage interne» permet la transmission d'informations analogiques par exemple en modulation par impulsions de largeur variable. Un autre avantage du mode «codage interne à trois niveaux» est de maintenir le courant d'alimentation à un niveau à peu près constant dans l'un ou l'autre des états logiques réduisant ainsi les transitoires sur la ligne d'alimentation.

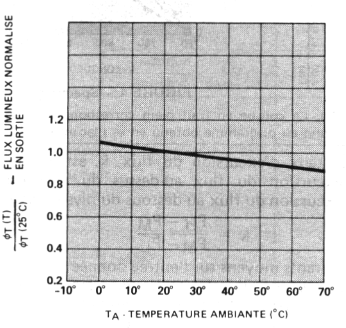


FIGURE 5 — Flux lumineux normalisé en sortie en fonction de la température

En appliquant un niveau haut à l'entrée «sélection mode», le signal optique est à son niveau max. (environ deux fois le niveau médian), et au niveau pratiquement 0 lorsqu'on y applique un niveau bas. Ce mode de fonctionnement avec un récepteur HFBR-2001 autorise l'emploi du format des données le plus approprié (code Manchester ou Biphase, décrits dans la fiche technique HFBR-2001) au fonctionnement correct du récepteur. Il permet les trois applications suivantes :

1. Le passage de la position de repos au flux maximal du photo-émetteur (par exemple, dans un système de diagnostic).
2. Position attente (par exemple, lorsque le système n'est pas utilisé).
3. La transmission de signaux optiques à deux niveaux, à partir de codes produits extérieurement (par exemple, le code Manchester) avec des récepteurs non adaptés au code trois niveaux. Avec un niveau haut à l'entrée «sélection mode», la sortie est indifféremment P_H ou P_L. Le fonctionnement en analogique direct n'est pas possible en raison de l'hystérésis dans la réponse du signal optique au signal à l'entrée «données».

CONSIDERATIONS MECANIQUES ET THERMIQUES

La consommation typique de l'émetteur est inférieure à 500 mW et un radiateur n'est pas nécessaire. La fenêtre optique est constituée par un conduit en fibre optique centré dans un manchon métallique. Celui-ci maintient une douille cylindrique élastique à double paroi qui aligne les manchons de l'émetteur et du connecteur équipant l'ensemble câble/connecteur HFBR-3000. Le processus consiste tout d'abord à introduire le manchon du connecteur dans la douille, ensuite à visser la bague sur la douille filetée. La douille n'a aucune fonction d'alignement, son unique but est de maintenir les deux manchons en vis-à-vis lorsque la bague est vissée comme indiqué sur la fiche technique de l'ensemble câble/connecteur HFBR-3000.

Le HFBR-1002 doit être monté en prenant la précaution de ne pas desserrer l'écrou de blocage du fût afin de ne pas modifier le réglage de la porte optique. Desserrer l'écrou risque de provoquer un mauvais alignement du tronçon de fibre optique dans le module et de réduire la puissance de sortie. Il est recommandé de monter le boîtier de façon que l'écrou soit en dehors de la surface de la carte.

Les performances sont étroitement liées à la propreté des faces du manchon pour ne pas obstruer le chemin optique. Un nettoyage à l'air comprimé est souvent suffisant. Un coton imbibé d'alcool à brûler ou de Fréon convient également. S'il est réellement nécessaire de démonter le fût pour nettoyer la face du manchon, consulter le paragraphe concernant le dépannage et la maintenance dans la note d'applications 1000.

MODULE RÉCEPTEUR POUR FIBRE OPTIQUE

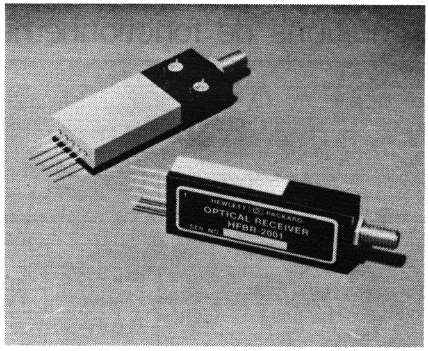
HFBR-2001

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **VITESSE DE TRANSMISSION : cc à 10 Mb/s NRZ***
- **FAIBLE BRUIT : TAUX D'ERREUR 10^{-9} POUR 0,8 μW A L'ENTREE***
- **CODAGE DES DONNEES NON NECESSAIRE**
- **NIVEAUX DE SORTIE TTL**
- **CONTROLE PERMANENT DE LA LIAISON***
- **ALIMENTATION + 5 V UNIQUE**
- **FAIBLE ENCOMBREMENT : MONTAGE SUR CARTE DE CIRCUITS IMPRIMES**
- **CONNECTEUR OPTIQUE SOLIDAIRE DU BOITIER**

*** Avec émetteur HFBR-1001/-1002 et ensemble câble optique/connecteur HFBR-3000/-3100**



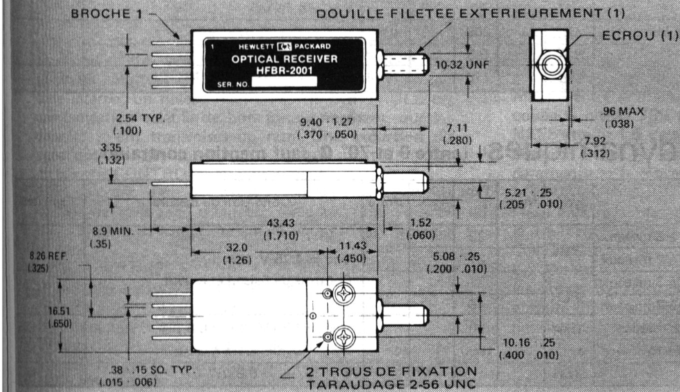
Description

Le récepteur pour fibre optique HFBR-2001 est un système intégré transformant des signaux optiques en signaux électriques, destiné à la réception de données numériques par câble optique mono-fibre. Un photo-détecteur PIN au silicium et un circuit intégré bipolaire transforment les impulsions optiques en signaux TTL en sortie, avec une sensibilité de 0,8 μW et une vitesse de transmission de 10 Mb/s NRZ. Un connecteur optique solidaire du module facilite l'interface source/fibre sans problème d'alignement. Le boîtier de faibles dimensions est prévu pour être soudé directement sur une carte de circuits imprimés sans radiateur.

Le HFBR-2001 est prévu pour être utilisé avec un ensemble câble optique/connecteur HFBR-3000 et un émetteur optique HFBR-1001/-1002. Pour permettre une gamme dynamique étendue, une bonne réponse en cc et une grande sensibilité, le récepteur doit périodiquement extraire une information du signal optique. Quand on utilise le «code interne» de l'émetteur HFBR-1001, cette information est automatiquement fournie par l'émetteur. Quand on fonctionne sur «code extérieur» ou avec une source de signaux optiques différente, l'utilisateur doit utiliser un format de données permettant un fonctionnement correct du récepteur.

Un circuit TTL complémentaire, appelé CONTROLE DE LIAISON, fournit des indications numériques sur la qualité du circuit même en l'absence de données. La continuité de la liaison est indiquée par un état de sortie niveau logique haut.

Dimensions



ATTENTION

1. Ne jamais toucher ni à l'écrou ni à la douille filetée
2. L'extrémité des vis utilisées dans les trous de fixation filetés ne doit pas toucher le fond du boîtier
3. Le connecteur HFBR-3000 ne doit pas être trop serré. Voir spécifications dans la fiche technique HFBR-3000.

Borne	Fonction
1	Borne mesure
2	Contrôle liaison
3	Masse
4	Vcc
5	Sortie données

Notes :

1. Dimensions en mm et (pouces)
2. Sauf mention contraire, toutes tolérances ± 0,38 mm (± 0,015")

Valeurs limites absolues

Paramètre		Symbole	Min.	Max.	Unité	Note
Température de stockage		T_S	−55	85	°C	
Température de fonctionnement		T_A	0	70	°C	
Soudage	Température			260	°C	3
	Durée			10	s	
Tension d'alimentation		V_{CC}	−0,5	6	V	
Tension de sortie (niveau haut)		V_{OH}		6	V	

Conditions de fonctionnement recommandées

Paramètre			Symbole	Min.	Max.	Unité	Note
Température ambiante			T_A	0	70	°C	
Tension d'alimentation			V_{CC}	4,75	5,25	V	
Tension d'ondulation (crête à crête)			ΔV_{CC}		250	mV	4
Courant de sortie niveau haut	Contrôle de liaison		I_{OH}		−100	μA	
	Sortie données				−400		
Courant de sortie niveau bas			I_{OL}		8	mA	
Flux moyen à l'entrée			ϕ_M	0,8	70	μW	6
Flux crête à crête à l'entrée			$\phi_H - \phi_L$	1,6	140	μW	
Durée et cadence des impulsions à l'entrée du signal optique	Code à 2 niveaux	Niveau haut	t_H	100	5000	ns	
		Niveau bas	t_L				
	Taux d'excursion du flux		k	0,75	1,25		7
	Code à 3 niveaux	Niveau haut	t_H	50		ns	8
		Niveau bas	t_L				
		Niveau moyen	t_M	0,05	6,7	μs	
	Rafraîchissement, taux de répétition		f_R	150		kHz	
	Rafraîchissement, rapport cyclique		$f_R t_H$, $f_R t_L$		0,04		

Caractéristiques électriques et optiques (entre 0 et 70° C, sauf mention contraire)

Paramètres			Symb.	Min.	Typ. (5)	Max.	Unité	Conditions de mesure		Fig.	Note
Tension de sortie	Niveau haut	Sortie données	V_{OH}	2,4	2,85		V	$P = (P_M + 0{,}8\ \mu W)$, $I_o = -400\ \mu A$	Vcc = 4,75 V	1, 2	7,9
		Contrôle de liaison						$\Delta P = 0{,}8\ \mu W$, $I_o = -100\ \mu A$			
	Niveau bas	Sortie données	V_{OL}		0,35	0,5	V	$P = (P_M - 0{,}8\ \mu W)$	$I_o = 8$ mA		
		Contrôle de liaison			0,2	0,4		$\Delta P = 0$	Vcc = 4,75 V		
Tension sur borne mesure			V_T		0		V	$P_M = 100\ \mu W$			10
					1,3			$P_M = 0$			
Courant d'alimentation			I_{CC}		77	100	mA	Vcc = 5,25 V			
				60	77			Vcc = 4,75 V			
Diamètre de la fenêtre optique (cœur fibre)			D_C		200		μm				
Ouverture numérique			N.A.		0,5					3	
Longueur d'onde à sensibilité max.			λ_p		770		nm			4	

Caractéristiques dynamiques (entre 0 et 70° C, sauf mention contraire)

Paramètres			Symb.	Min.	Typ. (5)	Max.	Unité	Condition de mesure	Fig.	Note
Temps de propagation	A la décroissance	Code à 3 niveaux	t_{PHL}		29		ns	Vcc = 4,75 V, k = 1 Contrôle de liaison état haut	1	11
		Code à 2 niveaux			37					
	A la croissance	Code à 3 niveaux	t_{PLH}		37		ns			12
		Code à 2 niveaux			45					
Temps de réponse contrôle de liaison	A la croissance		t_{MH}		20		ms	Vcc = 4,75 V, $\Delta_p = 0{,}8\ \mu W$ $I_{OL} = 8$ mA, créte à crête		13
	A la décroissance		t_{ML}		1000					14
Taux d'erreur de bits à 10 MBd			BER			10^{-9}		$k = 1$, $\Delta_p \geqslant 0{,}8\ \mu W$		15

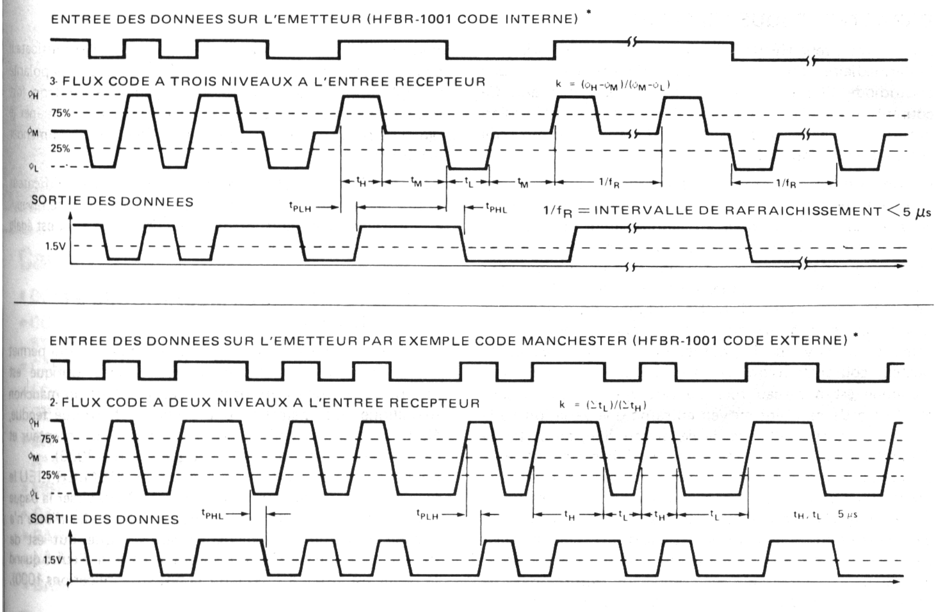


FIGURE 1 — Conditions de temps requises à l'entrée optique

* Sans tenir compte des temps de transmission

Notes :

3. Mesurée à 2 mm du boîtier
4. Si la tension d'ondulation dépasse les limites spécifiées, utiliser le régulateur de la figure 5. Le filtre LC de la figure 5 doit être utilisé avec ou sans régulateur
5. Valeurs typiques $V_{CC} = 5$ V et $T_A = 25°$ C
6. Le flux est moyenné sur un intervalle de temps d'au moins 50 μs. Les valeurs de flux sont spécifiées pour des sources monochromatiques comprises entre 700 et 820 nm
7. En code 2 ou 3 niveaux $k = (P_H - P_M) / (P_M - P_L)$
8. Pour le HFBR-2001, le code à 3 niveaux est défini comme ayant une amplitude et une largeur d'excursion de l'impulsion égales de part et d'autre du niveau moyen
9. La sortie CONTROLE permet de s'assurer de la continuité des circuits. Un niveau bas en sortie CONTROLE indique que les circuits sont défectueux, câble coupé ou connecteur mal monté, sale ou endommagé. La liaison peut être correcte avec un signal au niveau bas mais la cause doit en être recherchée. Lorsque la source lumineuse est un émetteur HFBR-1001/-1002 fonctionnant sur code interne, un niveau haut en sortie CONTROLE est une indication valable de bon fonctionnement, que les données soient transmises ou non. Une excursion du signal optique (ΔP) supérieure à 0,8 μW suffit à maintenir la sortie CONTROLE au niveau haut
10. Pour observer V_T, utiliser un voltmètre d'au moins 10 MΩ de résistance d'entrée. Avec un flux d'entrée nul, V_T est à sa valeur maximale V_{Tmax}, flux modulé ou non
    $V_{Tmax} - V_T = (25\ k\Omega)\ (I_P) = (25\ k\Omega)\ (R_P\ P_M)$.
    ou I_P = courant moyen de la photodiode
    $R_P \approx 0{,}4$ A/W = sensibilité de la photodiode
    P_M = flux moyen reçu
11. Mesuré entre le moment où le signal lumineux à l'entrée coupe le niveau 25% et le moment où la SORTIE DONNEES atteint 1,5 V pendant la décroissance

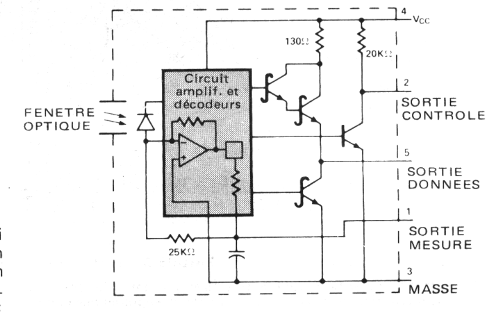


FIGURE 2

12. Mesuré entre le moment où le signal lumineux à l'entrée coupe le niveau 75% et le moment où la SORTIE DONNEES atteint 1,5 V pendant la croissance.
13. Mesuré entre le moment où la variation du flux commence et le moment où la tension atteint 1,5 V sur la sortie CONTROLE
14. Mesuré entre le moment où la variation du flux cesse et le moment où la tension atteint 1,5 V sur la sortie CONTROLE.
15. En donnée NRZ, 10 MBd correspond à 10 Mbits/s. Avec les autres codes, la vitesse des données correspond au nombre de Bd divisé par le nombre d'intervalles de code par intervalles de bits. Un code autosynchronisé (par exemple, le code Manchester) a normalement deux intervalles de code par intervalle de bits, dans ce cas, 10 MBd correspond à 5 Mbits/s

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Dans le récepteur HFBR-2001 le flux optique est dirigé par l'intermédiaire d'un conduit en fibre optique, sur une photodiode PIN qui le transforme en photocourant. Ce courant est appliqué à un amplificateur courant/tension qui utilise une contre réaction CC et une commande automatique de niveau.

La fonction de la contre réaction en continu est de centrer la valeur moyenne du signal sur la partie linéaire de la courbe de l'amplificateur. L'amplificateur de contre-réaction en cc a une très forte impédance pour obtenir une très grande constante de temps avec un condensateur placé à sa sortie (la tension sur le condensateur peut s'observer sur la borne MESURE). Comme on le voit sur le schéma, la tension aux bornes de la capacité représente la composante moyenne du photocourant en sortie de l'amplificateur courant/tension, de sorte que sa tension de sortie moyenne est à niveau fixe. La variation de flux de part et d'autre de ce point moyen entraîne une variation de la tension de part et d'autre de ce niveau fixe, en sortie de l'amplificateur. Cette variation de tension est appliquée à une bascule dont la sortie commande l'amplificateur de sortie des données. Le passage d'un niveau supérieur au niveau moyen place la sortie «données» au niveau haut où elle demeure jusqu'à ce que le passage d'un niveau inférieur au niveau moyen remette la bascule à zéro. Pour éviter les dépassements, un circuit de commande automatique de niveau, sensible au passage au-dessus ou au-dessous du niveau moyen, commande le gain de l'amplificateur courant/tension. Le gain est alors déterminé par la polarité d'amplitude la plus forte. Si le déséquilibre est trop fort pour être compensé, la limitation de gain peut amener le signal de polarité opposé à être trop faible pour commander la bascule.

La sortie CONTROLE est commandée par un amplificateur excité par la tension de commande automatique de niveau. Elle est au niveau haut lorsque l'excursion de flux est égale ou supérieure à 0,8 μW.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES ET THERMIQUES

Le récepteur consomme moins de 500 mW, ce qui permet de le monter sans radiateur. La fenêtre optique est **constituée par une fibre optique centrée dans un manchon métallique que maintient une douille cylindrique fendue, élastique. Cette douille aligne le manchon du récepteur et celui du connecteur du câble optique (HFBR-3000).**
Pour réaliser l'accouplement, engager en PREMIER LIEU le manchon du connecteur dans la douille PUIS visser la bague d'accouplement sur la douille filetée. La douille filetée n'a aucune fonction d'alignement : son unique but est de maintenir les deux manchons en face l'un de l'autre quand la bague est vissée à fond (voir la note d'applications 1000).

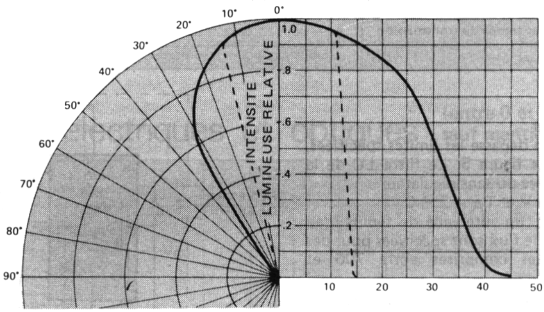


FIGURE 3 — Diagramme de rayonnement à l'entrée récepteur*

* L'extrémité de la fibre optique se trouve à 7 mm à l'intérieur de la douille. La courbe en trait plein correspond au diagramme de rayonnement sans douille, la courbe en traits interrompus au diagramme obtenu en se plaçant devant la douille.

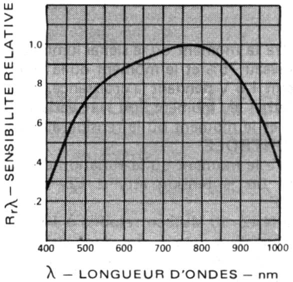
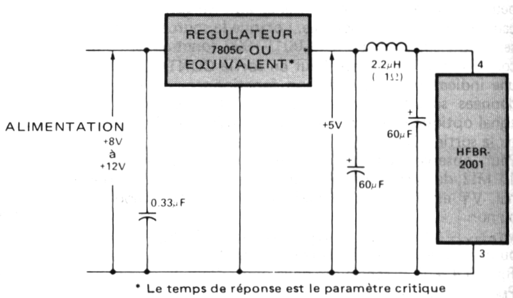


FIGURE 4 — Sensibilité spectrale



* Le temps de réponse est le paramètre critique

FIGURE 5 — Filtre recommandé contre les transitoires d'alimentation

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

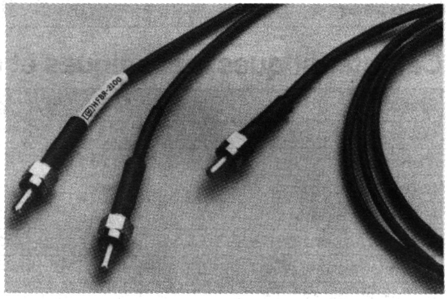
ENSEMBLES CÂBLE/CONNECTEUR A FIBRES OPTIQUES

HFBR-3000
HFBR-3100
HFBR-3001
HFBR-3021

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **CONNECTEURS SMA OU HFBR-4000**
- **CONNECTEURS INSTALLÉS ET TESTÉS EN USINE**
- **CÂBLES A UNE OU DEUX VOIES**
- **LONGUEUR DES CÂBLES A LA DEMANDE DE L'UTILISATEUR**
- **INCOMBUSTIBLE AGREE UL DOSSIER Nº E 84364, SPECIFICATIONS UL VW1**
- **FIBRE OPTIQUE DE VERRE STANDARD 100/140 µm**
- **GAINAGE SERRE**
- **PARAMÈTRES OPTIMISÉS POUR LA TRANSMISSION LOCALE DES DONNÉES**
- **BANDE PASSANTE : 40 MHz à 1 km**



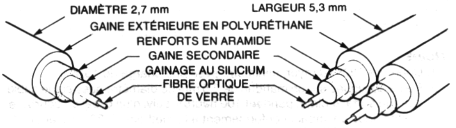
Description

Les ensembles de câbles/connecteurs à fibres optiques à une voie HFBR-3000 et les ensembles câbles/connecteurs à fibres optiques à deux voies HFBR-3100 sont destinés à être employés avec les modules à hautes performances HP (HFBR-1001/2-HFBR-2001) et la série des émetteurs et récepteurs miniatures (HFBR-12XX, HFBR-22XX). Ces ensembles de câbles peuvent être équipés de connecteurs HFBR-4000 (OPT 001) ou de connecteurs type SMA (OPT 002).

Le câble mono voie HFBR-3000 est constitué d'une seule fibre de verre à gradient d'indice entourée d'un gainage au silicium, d'une gaine secondaire et de renforts en aramide. L'ensemble est protégé par une gaine extérieure en polyuréthane résistant aux frottements.

Le câble bi voie HFBR-3100 est composé de deux fibres de verre, chacune contenue dans une structure semblable à celle du câble mono-voie, les structures étant assemblées par une toile. L'une des deux voies est repérée pour faciliter son identification.

Construction des câbles à fibres optiques

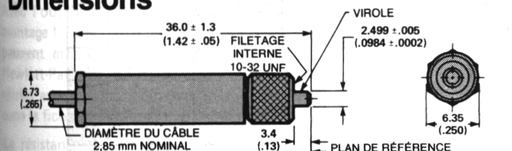


CÂBLE MONO VOIE **CÂBLE BI VOIE**

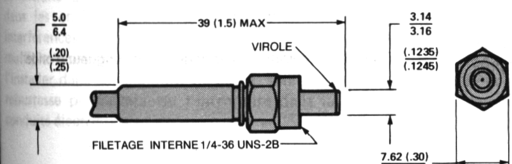
Le HFBR-3001 est un ensemble de câbles mono voie de 10 mètres terminé par des connecteurs HFBR-4000. Le HFBR-3021 est un ensemble de câbles mono voie de 10 mètres terminé par des connecteurs SMA.

La résistance du câble aux contraintes mécaniques, sa sécurité dans les environnements inflammables et son immunité aux interférences électromagnétiques rendent inutiles l'emploi de protections supplémentaires. Toutefois, la légèreté et la forte résistance de ces câbles permettent de les tirer dans la plupart des conduites électriques. Les connecteurs doivent être protégés pendant l'installation par un outil de tirage tel que le Kellems 033-29-003.

Dimensions



CONNECTEUR HFBR-4000



CONNECTEUR TYPE SMA

TOLÉRANCE EN LONGUEURS

Longueur du câble (mètres)	Tolérance
1-10	+ 10/-0 %
11-100	+ 1/-0 mètre
>100	+ 1/-0 %

NOTES :
1. LES DIMENSIONS SONT EN mm
2. L'EXTRÉMITÉ DE LA FIBRE EST BLOQUÉE AU RAS DE LA FACE DE LA VIROLE.

ATTENTION :
1. L'ÉCROU DE COUPLAGE NE DOIT PAS ÊTRE TROP SERRÉ. COUPLE 0,05 A 0,1 Nm. UN SERRAGE EXCESSIF PEUT PROVOQUER UN DÉFAUT D'ALIGNEMENT TROP IMPORTANT DE LA FIBRE OU DES DÉGÂTS IRRÉVERSIBLES.
2. UNE BONNE PERFORMANCE DU SYSTÈME EXIGE QUE LES FACES DE LA VIROLE SOIENT PROPRES POUR ÉVITER TOUTE OBSTRUCTION DU CHEMIN OPTIQUE. DANS LA PLUPART DES CAS, DE L'AIR COMPRIMÉ PROPRE SUFFIT A ENLEVER LES PARTICULES. UN TAMPON DE COTON TREMPÉ DANS DU MÉTHANOL OU DU FRÉON ™ PEUT ÉGALEMENT ÊTRE UTILISÉ.

Valeurs limites absolues

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unités	Note
Humidité relative à $T_A = 70°C$			95	%	
Température de stockage	T_S	- 40	+ 85	°C	
Température de fonction.	T_A	- 20	+ 70	°C	
Rayon de courbure, hors charge	r	20		mm	9-10
Tenue aux flexions		50K		Cycles	1

Paramètre		Symbole	Min.	Max.	Unités	Note
Charge à l'écrasement		F_C		200	N	2,8
Impact		m		1,5	kg	3
		h		0,15	m	
Résistance aux tensions						
Par voie de câble		F_T		300	N	9-8
Sur connecteur/câble				100		

Caractéristiques mécaniques et optiques, sauf indication contraire entre – 20 et + 70°C.

Paramètre		Symbole	Min.	Type(6)	Max.	Unités	Conditions	Fig.	Note
Ouverture numérique de la sortie		N.A.		0,3		–	$\lambda = 820$ nm $\ell \geq 300$m		4
Atténuation		α		5,5	8	dB/km	$\lambda = 820$ nm	1	7,12
Bande passante à 1 km		BW		40		MHz	$\lambda = 820$ nm	1	5
Constante de propagation		I/V		5		ns/m	$\lambda = 820$ nm		11
Diamètre du cœur de la fibre optique		D_C		100		µm			
Diamètre extérieur de la gaine		D_{α}		140					
Coëfficient et gradient d'indice		g		2		–			
Résistance structurelle du câble		F_C		1800		N			8
Masse par unité de longueur	Une voie	m/ℓ		6		kg/km			
	Deux voies			12					
Courant de fuite du câble		I_L		30		nA	50 KV, ℓ = 0,3 m		

Notes :

1. Courbure 180° au rayon minimum, avec une charge de 10N.
2. Force appliquée sur un mandrin de 2,5 mm de diamètre posé sur le câble sur une surface plate, pendant 100 heures, suivi d'un essai de courbure.
3. Testée sous un impact conformément à la méthode 2030, procédure 1, Norme DOD-STD-1678.
4. L'ouverture numérique de sortie se définit comme le sinus de l'angle pour lequel l'intensité de rayonnement hors axe représente 10 % de l'intensité de rayonnement axial.
5. La bande passante est mesurée à l'aide d'une source à DEL pulsée (λ = 820 nm) et sa variation est de la forme $\ell^{-0,85}$, ℓ étant la longueur de la fibre (km). La bande passante et la dispersion des impulsions ont une relation inversement proportionnelle.
6. Les valeurs caractéristiques sont à $T_A = 25°C$.
7. Les pertes fixes (indépendantes de la longueur) sont incluses dans les caractéristiques optiques de l'émetteur/récepteur.
8. Un Newton représente à peu près une force de 0,225 livres.
9. A court terme $\leq$ 1 heure.
10. La probabilité d'un point faible de la fibre apparaissant à un point de courbure maximale est infime ; par conséquent, le risque d'une rupture de la fibre découlant d'un dépassement de la courbure maximale est extrêmement faible.
11. La constante de propagation est l'inverse de la vitesse de groupe pour la propagation du flux optique. Vitesse de groupe, $V = \lambda / n$ où λ = vitesse de la lumière dans l'air = 3×10^8 m/s et n = indice de réfraction du cœur.
12. Pour des câbles à atténuation plus faible, s'adresser à un distributeur Hewlett-Packard agréé.

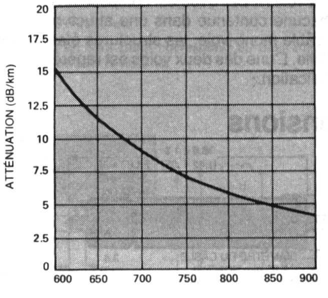


Figure 1. Atténuation en fonction de la longueur d'onde

Modalités de commande - Ensembles de câbles

Les références HFBR-3000/HFBR-3100 définissent des câbles à fibres optiques équipés de connecteurs montés en usine et dont la longueur a été spécifiée par l'utilisateur. La longueur des câbles doit être indiquée en mètres, et peut être quelconque de 1 à 1000 mètres par incréments d'un mètre. L'option 001 signifie que le câble est terminé par des connecteurs HFBR-4000 et l'option 002 signifie que le câble est terminé par des connecteurs type SMA. Il faut spécifier l'option 001 ou l'option 002.

Exemples :

A. Pour commander un ensemble bi voie de 125 m de long équipé de connecteurs type SMA, il faut préciser :

HFBR-3100	Quantité 125
OPTION 002	Quantité 1

B. Pour commander quatre câbles mono voie de 150 m chacun équipés de connecteurs HFBR-4000, il faut préciser :

HFBR-3000	Quantité 600
HFBR-001	Quantité 4

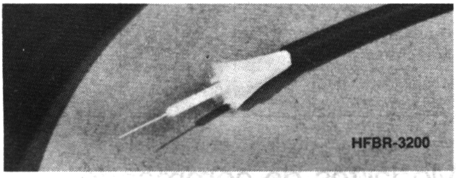
CABLES OPTIQUES

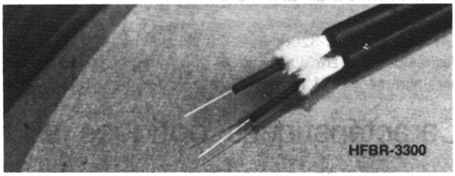
HFBR-3200
HFBR-3300

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **CABLE MONO OU BI-VOIE**
- **LONGUEUR SELON SPECIFICATIONS DU CLIENT**
- **INCOMBUSTIBLE. AGREE UL, SPECIFICATIONS VW1**
- **FIBRE OPTIQUE DE VERRE STANDARD 100- 140 μm**
- **GAINAGE SERRE ROBUSTE**
- **PARAMETRES OPTIMISES POUR LA TRANSMISSION LOCALE DES DONNEES**
- **BANDE PASSANTE : 40 MHz à 1 km**





Description

Les câbles optiques mono-voie HFBR-3200 et bi-voie HFBR-3300 sont destinés à être utilisés avec les modules hautes performances (HFBR-1001-2, HFBR-2001) et la série des émetteurs et récepteurs miniatures (HFBR-12XX, HFBR-22XX).

Le câble monovoie HFBR-3200 est constitué d'un cœur en verre à gradient d'indice protégé par un gainage au silicium, une gaine secondaire et des fibres de renfort en aramide. L'ensemble est recouvert d'une gaine extérieure anti-usure en polyuréthane.

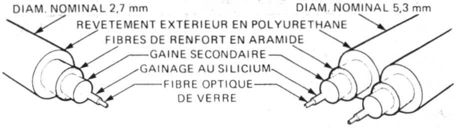
Le câble bivoie HFBR-3300 est constitué de deux fibres accolées, chacune contenue dans une structure similaire à celle du câble HFBR-3200. Les deux câbles, dont l'un est repéré, sont facilement identifiables.

Le guide optique est constitué par une fibre en verre à base de silice, à gradient d'indice partiel de faible atténuation et large bande passante. Les gaines au silicium et en polyuréthane protègent la fibre contre les détériorations et assurent le maintien des fibres de renfort en aramide torsadées autour du câble.

Avec l'outillage adapté, comme celui fourni dans le kit de montage HFBR-0100, les câbles HFBR-3200 et HFBR-3300 peuvent être équipés à leurs extrémités d'un connecteur Hewlett-Packard HFBR-4000. Des renseignements sur les câbles avec des connecteurs installés en usine sont fournis dans la fiche technique HFBR-3000/HFBR-3100.

La résistance du câble aux contraintes mécaniques et aux conditions d'environnement sévères, sa sécurité d'emploi dans les environnements explosifs et son immunité aux interférences électromagnétiques, le rendent idéal dans de multiples applications. Bien qu'il ne soit pas nécessaire de l'installer dans des chemins de câble, son faible poids et sa robustesse permettent de l'introduire dans la plupart des conduits électriques.

Constitution des câbles



CABLE MONOVOIE **CABLE BIVOIE**

TOLERANCE EN LONGUEURS

Longueur du câble (mètres)	Tolérance
1-10	+ 10/-0 %
11-100	+ 1/-0 mètre
> 100	+ 1/-0 %

Installation

Le câble optique Hewlett-Packard a été conçu pour qu'il puisse être introduit dans les chemins de câble avec les moyens et outils classiques (griffes de tirage). Cependant, certaines précautions doivent être prises ; en particulier, le câble ne doit jamais être saisi par le connecteur mais par le corps, il ne doit jamais être recourbé sous un rayon inférieur au minimum préconisé, la force exercée sur lui ne doit pas dépasser sa tenue à la traction (il est possible d'utiliser un lubrifiant pour faciliter le glissement).

Valeurs limites absolues

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité	Notes
Humidité relative à $T_A = 70°C$			95	%	
Température de stockage	T_S	– 40	+ 85	°C	
Température de fonctionnement	T_A	– 20	+ 85	°C	
Rayon de courbure hors charge	r	20		mm	8,9
Tenue aux flexions		50 k		cycles	1

Modalités de commande

Les câbles HFBR-3200 et -3300 sont livrés à la longueur désirée par le client. La longueur doit être précisée en mètres par incrément de 1 m, entre 1 et 1000 m (longueurs supérieures à la demande). L'option 001 correspond à la longueur obtenue à partir de la référence de base du produit comme l'indiquent les exemples qui suivent.

Exemples de commande :

A. Pour un câble bi-voie de 150 m :
   HFBR-3300 — quantité 150
   OPT 001 — quantité 1

B. Pour 5 câbles mono-voie, de 100 m chacun :
   HFBR-3200 — quantité 500
   OPT 001 — quantité 5

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité	Notes
Ecrasement	F_C		200	N	2,7
Impact	m		1,5	kg	3
	h		0,15	m	
Tenue à la traction par voie	F_T		300	N	7,8

Caractéristiques optiques et mécaniques

entre – 20° à 85 °C sauf spécifications contraires

Paramètre		Symbole	Min.	Typ. (6)	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Notes
Ouverture numérique en sortie		N.A.		0,3		–	$\lambda = 820$ nm, $\ell \geq 300$ m		4
Atténuation		αo		5,5	8	dB/km	$\lambda = 820$ nm	1	11
Bande passante à 1 km		BW		40		MHz	$\lambda = 820$ nm (DEL)		5
Constante de propagation		I/V		5		ns/m	$\lambda = 820$ nm		10
Diamètre du cœur de la fibre		D_C		100		µm			
Diamètre extérieur de la gaine		D_{CL}		140		µm			
Coefficient à gradient et indice		g		2		–			
Résistance structurelle du câble		F_C		1800		N			7
Masse par unité de longueur	HFBR-3200	m/ℓ		6		kg/km			
	HFBR-3300	m/ℓ		12		kg/km			
Courant de fuite du câble		I_L		30		nA	50 kV, $\ell = 0,3$ m		

Notes :
1. Courbure à 180° avec rayon minimal sous une charge de traction de 10 N.
2. Sur un mandrin de 2,5 mm de ϕ disposé en travers du câble sur une surface plane, pendant 100 h, suivi d'un essai de courbure.
3. Testé sous un impact conformément à la norme DOD-STD-1678, méthode 2030, procédure 1.
4. L'ouverture numérique en sortie est définie par le sinus de l'angle pour lequel l'intensité lumineuse émise est de 10% de l'intensité dans l'axe.
5. La bande passante est mesurée à l'aide d'une source à DEL pulsée ($\lambda = 820$ nm) et sa variation est de l'ordre de $\ell^{-0,85}$, ℓ étant la longueur de la fibre (km). La bande passante et la dispersion des impulsions ont une relation inversement proportionnelle.
6. Valeurs typiques à $T_A = 25°C$.
7. Un Newton représente environ une force de 0,225 livres.
8. A court terme, $\leqslant 1$ h.
9. La probabilité d'un point faible de la fibre apparaissant à un point de courbure maximale est infime. En conséquence, le risque d'une rupture de la fibre découlant d'un dépassement de la courbure maximale est extrêmement faible.
10. La constante de propagation est l'inverse de la vitesse de groupe pour la propagation du flux optique. Vitesse de groupe, $V = \lambda/n$ où λ = vitesse de la lumière dans l'air $= 3 \times 10^8$ m/s, n = indice de réfraction réel du cœur.
11. Pour des câbles à atténuation plus faible s'adresser à un distributeur Hewlett-Packard agréé.

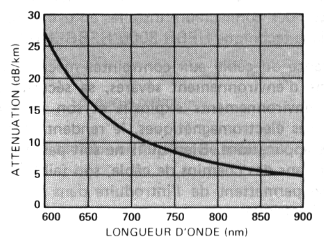


FIGURE 1 – Atténuation du câble en fonction de la longueur d'onde

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

CONNECTEUR POUR FIBRE OPTIQUE

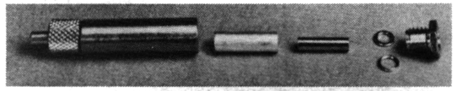
Connecteur HFBR-4000
Adaptateur HFBR-3099

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

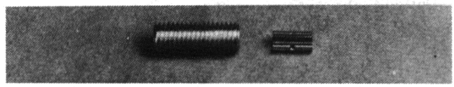
Caractéristiques

- **CONNEXION DES CABLES A FICHE OPTIQUE 100/140 μm**
- **PERTES D'INSERTION TYPIQUES 1,5 dB**
- **PIECES METALLIQUES**
- **MONTAGE SIMPLE ET RAPIDE**
- **MANCHON STANDARD DE ϕ 2,5 mm**
- **PLAGE DE TEMPERATURE DE FONCTIONNEMENT ETENDUE**
- **FAIBLE ENCOMBREMENT**

CONNECTEUR HFBR-4000



ADAPTATEUR HFBR-3099



Description

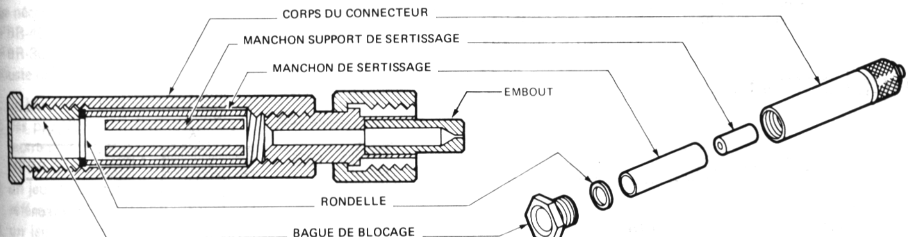
Le connecteur HFBR-4000 pour câbles optiques est entièrement métallique. Le maintien de la fibre est assuré par une résine époxy. La ferrule du connecteur a un diamètre standard de 2,5 mm. Après polissage optique, la valeur typique des pertes d'insertion est de 1,5 dB.

Un utilisateur bien exercé peut à l'aide de l'outillage adéquat, comme celui fourni dans le kit HFBR-0100, installer ce connecteur sur un câble en moins de 20 mn.

Correctement monté, le connecteur a une excellente tenue à la traction et ses performances sont bien répétitives.

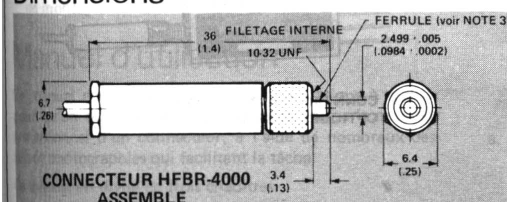
Ce connecteur est compatible avec les câbles à fibres optiques Hewlett-Packard HFBR-3200/3300.

L'adaptateur HFBR-3099 sert à réaliser la jonction de deux connecteurs HFBR-4000.

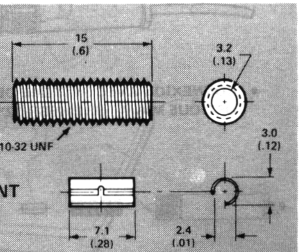


ASSEMBLAGE DU CONNECTEUR

Dimensions



CONNECTEUR HFBR-4000 ASSEMBLE

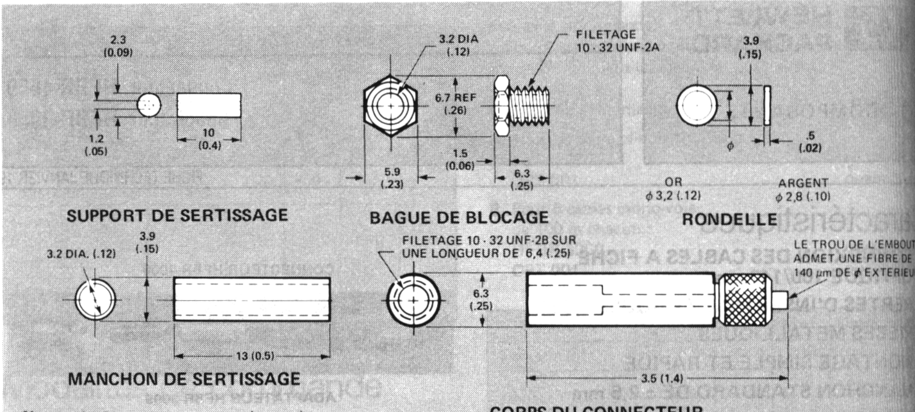


ADAPTATEUR HFBR-3099

Notes :
1. Dimensions en mm et (pouces).
2. Sauf spécification contraire, les tolérances sont les suivantes :
   .X ± 0,51 mm (.XX ± .02 in),
   .XX ± 0,13 mm (.XXX ± .005 in).
3. Le trou de la virole admet une fibre de ϕ 140 μm.n.

FIBRES OPTIQUES

Dimensions



Notes : 4. Dimensions en mm et (pouces).
5. Tolérances :
.X 0,51 mm,
.XX 0,12 mm.

Valeurs limites absolues

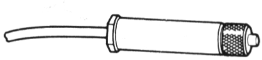
Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité	Note
Temp. de stockage	T_S	−40	+85	°C	7
Temp. de fonctiont	T_A	−20	+70	°C	7
Tenue à la traction	F_T		100	N	7

Caractéristiques optiques

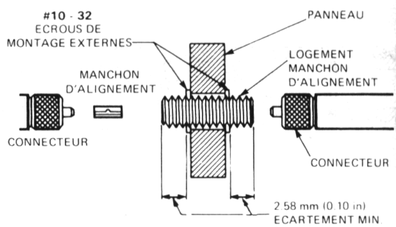
Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Pertes d'insertion	α_{CC}		1,5		dB	6,7
Répétitivité des pertes d'insertion	$\Delta\alpha_{CC}$		0,2		dB	8

NOTES : 6. α_{CC}, pertes connecteur à connecteur au repos.
7. Assemblés selon la procédure HP préconisée dans le HFBR-0100 et montés sur câble HFBR-3000.
8. Pour un cycle de 100 raccordements successifs.

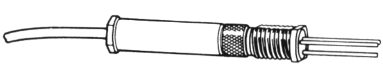
Applications



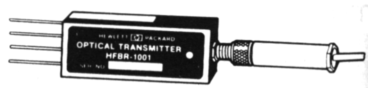
- **MONTAGE SUR CABLE OPTIQUE DE LA SERIE HFBR-3200/3300**



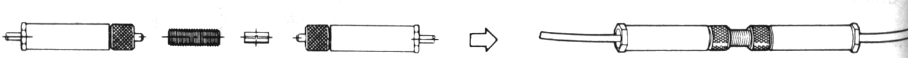
- **RACCORDEMENT OU MONTAGE SUR PANNEAU DES CONNECTEURS HFBR-4000**



- **CONNEXION AVEC SYSTEME DE LIAISON OPTIQUE MINIATURE HFBR-12XX/22XX**



- **CONNEXION AVEC LES MODULES OPTIQUES HFBR-1001/1002/2001**



- **RACCORDEMENT DE DEUX CONNECTEURS**

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

KIT D'ASSEMBLAGE DES CONNECTEURS POUR FIBRES OPTIQUES

OUTILLAGE • HFBR-0100
PRODUITS CONSOMMABLES • HFBR-0101
OUTILLAGE COMPLEMENTAIRE • HFBR-0102

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- **FACILITE LE MONTAGE ET LE REMPLACEMENT DES CONNECTEURS HEWLETT-PACKARD SUR LES CABLES A FIBRE OPTIQUE DE 100-140 μm.**
- **LIVRE AVEC UN MANUEL D'UTILISATION DONNANT LE DETAIL DE CHAQUE OPERATION**
- **PERMET DE REALISER DES CONNEXIONS DE QUALITE PROFESSIONNELLES**
  Pertes d'insertion typiques 1,5 dB
- **COMPLET, CONTIENT TOUT L'OUTILLAGE ET PRODUITS NECESSAIRES AU MONTAGE DE DIX CONNECTEURS FOURNIS EN PIECES DETACHEES**
- **LA PROCEDURE PRECONISEE PERMET LE MONTAGE D'UN CONNECTEUR EN MOINS DE VINGT MINUTES PAR UN MONTEUR EXPERIMENTE**
- **PRESENTATION DANS UNE MALLETTE ROBUSTE**

Description

Le kit de montage HFBR-0100 est constitué de tout l'outillage nécessaire au montage rapide sur le site des connecteurs HFBR-4000 sur les câbles optiques Hewlett-Packard HFBR-3000/3200. Ce kit est présenté dans une mallette robuste comportant :

1. un jeu d'outils de montage courant,
2. des produits consommables en quantité suffisante pour monter 10 connecteurs (kit de réapprovisionnement HFBR-0101),
3. un jeu d'outils spéciaux (disponibles séparément sous la référence HFBR-0102),
4. un jeu de connecteurs en pièces détachées et d'adaptateurs pour réaliser une jonction connecteur-connecteur (connecteurs en pièces détachées disponibles à l'unité sous la référence HFBR-4000, adaptateur à l'unité disponible sous la référence HFBR-3099),
5. un manuel d'utilisation donnant étape par étape le mode de montage.

Manuel d'utilisation

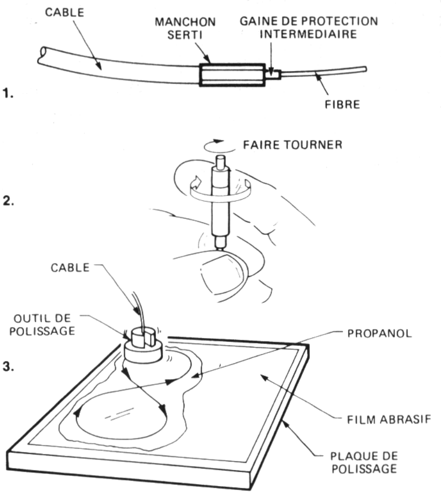
Ce manuel détaille la succession des opérations à réaliser pour qu'un technicien non expérimenté réalise le montage professionnel d'un connecteur, à l'aide de nombreux dessins et photographies qui facilitent la tâche.

Ce manuel est divisé en trois chapitres.

1. PREPARATION DU CABLE
   La fibre optique est libérée de sa gaine de protection et les brins de renfort sont maintenus par sertissage.



2. ASSEMBLAGE DU CONNECTEUR
   L'extrémité du câble est introduite dans le corps du connecteur puis maintenue en place à l'aide d'une colle époxy de haute qualité. La colle sèche en 10 mn si l'on utilise le réchaud livré dans le kit.
3. POLISSAGE DU CONNECTEUR
   L'extrémité de la fibre est polie pour obtenir une surface plane et brillante puis vérifiée au microscope en la comparant aux macrophotographies du manuel.



FIBRES OPTIQUES

Liste du matériel HFBR-0100

1. JEU D'OUTILS DE MONTAGE COURANT AVEC COFFRET
   - Pince coupante diagonale
   - Dénudeuse No-Nik™
   - Ciseaux
   - Microscope x 50
   - Lunettes de protection
   - Dénudeuse avec cran 16 AWG (1,32 mm^2)
   - Pince de sertissage
   - Plaque de polissage
   - Réchaud :
     – 100-120 V ca 50-60 Hz (option 001)
     – 200-240 V ca 50-60 Hz (option 2XX)
2. DIX CONNECTEURS HFBR-4000 ET SIX ADAPTATEURS HFBR-3099
3. PRODUITS CONSOMMABLES
   - Résine époxy Hysol™ 1C
   - Tampons imbibés de propanol-acétone
   - Colle Loctite™ 495
   - Batonnets de mélange
   - Seringues avec aiguilles épointées
   - Essuie-mains
   - Propanol
   - Films abrasifs pour polissage :
     – gros grains : 12 μm
     – grains moyens : 3 μm
     – grains fins : 0,5 μm
   - Bec verseur pour bouteille de propanol
   - Feuilles de plastique pour mélange
4. OUTILS SPECIAUX HFBR-0102
   - Etau fendu
   - Poids de polissage
   - Ensemble de polissage
5. MANUEL D'UTILISATION

Spécifications

Paramètre		Valeur	Unité
Poids	Net	7,3	kg
	Brut	8,2	
Dimensions	Largeur	356	mm
	Longueur	457	
	Hauteur	229	
Puissance réchaud	Opt. 001	600	W
	Opt. 2XX	80	

Modalités de commande

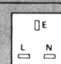
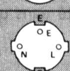
Le kit HFBR-0100 est vendu complet. Il doit être commandé en mentionnant sa référence de base (HFBR-0100) accompagné du numéro de l'option correspondant au type de réchaud choisi (option 001, 110 V ca ou option 2XX, 220 V ca) et du numéro d'option correspondant au type de fiche équipant le cordon secteur.

Le renouvellement des matières consommables se fait en commandant la référence HFBR-0101. Il est possible de commander un jeu d'outils spéciaux supplémentaire sous la référence HFBR-0102. Pour se réapprovisionner en connecteurs et en adaptateurs, les commander sous les références respectives HFBR-4000 et HFBR-3099.

Exemples de commande :

1. pour 3 kits d'assemblage spécifier :
   kit d'assemblage pour connecteur HFBR-0100
   option 202 : prise secteur
   européenne 220 V ca — quantité 3
2. 1 kit de réapprovisionnement en produits consommables
   un kit de produits consommables HFBR-0101 — quantité 1

Option cordon secteur

N°	Fiche *	Pays
001		USA, CANADA (120V) JAPON
200		ROYAUME-UNI
201		AUSTRALIE, NOUVELLE ZELANDE
202		EUROPE
206		SUISSE
212		DANEMARK

* Vue côté broches :
E : terre
N : neutre
L : phase

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

PHOTODIODES PIN

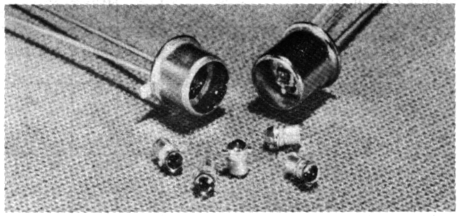
SERIE 5082-4200

FICHE TECHNIQUE JANVIER 1984

Caractéristiques

- GRANDE SENSIBILITE (PUISSANCE EQUIVALENTE DE BRUIT (< – 108 dBm)
- GAMME DYNAMIQUE IMPORTANTE (LINEARITE 1% SUR 100 dB)
- REPONSE SPECTRALE LARGE
- GRANDE VITESSE (t_r, $t_f < 1,5$ ns)
- STABILITE CONVENANT POUR LA PHOTOMETRIE ET LA RADIOMETRIE
- GRANDE FIABILITE
- MONTAGE FLOTTANT AVEC BLINDAGE
- FAIBLE CAPACITE
- FAIBLE BRUIT
- BOITIER HERMETIQUE

Surface active :			
ϕ 1 mm	5082-4207		
ϕ 0,5 mm	5082-4203	Long (TO-18)	
	5082-4204		
	5082-4220	Court (TO-46)	
ϕ 0,25 mm x 2,5	5082-4205	Sub-miniature	



Description

Les photodiodes PIN planar au silicium sont des détecteurs de lumière visible ou infrarouge ultra-rapides. Leur sensibilité au bleu et à l'ultraviolet est exceptionnellement bonne pour des photodiodes au silicium à faible courant d'obscurité.

Ces photodiodes sont utilisables dans les applications suivantes : tachymétrie, mesures optiques de distance, poursuite d'étoiles, densitométrie, radiométrie et équipement de fibres optiques.

Le courant d'obscurité de ces diodes planar permet de détecter de très faibles niveaux de lumière. Le rendement de la détection quantique constant sur dix décades d'intensité lumineuse donne une gamme dynamique large.

Les 5082-4203, -4204 et -4207 sont montées en boîtier standard TO-18 avec une fenêtre en verre plane. Pour une plus grande souplesse d'utilisation, les diodes sont isolées du boîtier. Le diamètre de la surface sensible des 5082-4203 et -4204 est de 0,5 mm et se trouve à 1,9 mm sous la fenêtre. Le diamètre de la surface sensible de la 5082-4207 est de 1 mm.

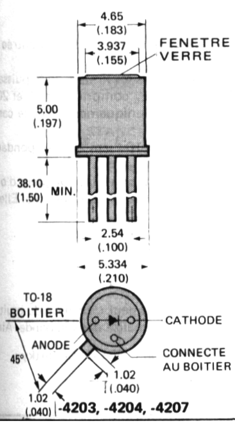
Le 5082-4205 est en boîtier de très petites dimensions, à très faible capacité, en kovar et céramique, avec lentille hémisphérique.

La 5082-4220 en boîtier TO-46 a une surface sensible dont le diamètre est de 0,5 mm, qui se trouve à 2,54 mm sous la fenêtre.

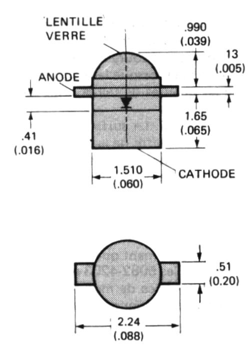
FIBRES OPTIQUES

Dimensions

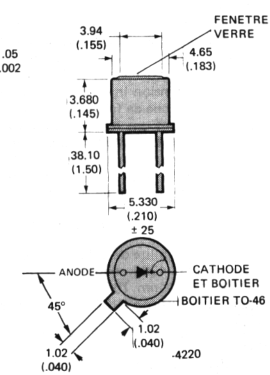
Dimensions en mm et (pouces)



-4203, -4204, -4207



-4205



-4220

Valeurs limites absolues

Paramètre	-4203	-4204	-4205	-4207	-4220	Unité
P_{MAX} puissance dissipée (1)	100	100	50	100	100	mW
Tension inverse permanente (3)	50	20	50	20	50	V

Caractéristiques électriques et optiques à $T_A = 25°C$

Sym.	Description	-4203			-4204			-4205			-4207			-4220			Unité
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
RE, 0: R Ø A	Sensibilité sous incidence axiale à 820 nm (4)		0,86			0,86			1,1			3,4			0,74		$\frac{\mu A}{mW/cm^2}$
A	Surface active (4)		2×10^{-3}			2×10^{-3}			3×10^{-3} *			8×10^{-3}			2×10^{-3}		cm^2
R Ø	Sensibilité à 820 nm (5) Fig. 1, 3		0,43			0,43			0,37			0,43			0,37		$\frac{\mu A}{\mu W}$
I_D	Courant d'obscurité (6) Fig. 4			2			0,6			0,15			2,5			5	nA
NEP	Puissance équivalente de bruit (7) Fig. 8		$5,9 \times 10^{-4}$			$3,2 \times 10^{-14}$			$1,6 \times 10^{-14}$			$6,6 \times 10^{-14}$			$9,3 \times 10^{-14}$		$\frac{W}{\sqrt{Hz}}$
D*	Sensibilité (8)		$7,5 \times 10^{-11}$			$1,4 \times 10^{12}$			$3,4 \times 10^{12}$			$1,3 \times 10^{12}$			$4,8 \times 10^{11}$		$\frac{cm \sqrt{Hz}}{W}$
C_j	Capacité de la jonction (9) Fig. 5		1,5			2			0,7			5,5			2		pF
C_p	Capacité du boîtier (10)		2			2						2					pF
t_r, t_f	Vitesse en polarisation nulle (temps de montée et de descente) (11)		300			300			300			300			300		ns
t_r, t_f	Vitesse en polarisation inverse (temps de montée et de descente) (12)		1,5			1,5			1,5			1,5			1,5		ns
R_S	Résistance série			50			50			50			50			50	Ω
B_{VR}	Tension de rupture	50			50			50			50			50			V

* Voir Note 4.

Notes :

1. Puissance d'impulsion crête.
   Lors de l'exposition de la diode à un rayon incident de forte intensité, il faut tenir compte des limites du courant photoélectrique.
   $I_P \text{ (MAX moy.)} < \frac{P_{MAX} - P\phi}{E_C}$; avec d'autre part : $I_P \text{ (crête)} < \frac{1000 \text{ A}}{t\ (\mu s)}$ ou $I_P \text{ (crête)} < 500 \text{ mA}$ ou $I_P \text{ (crête)} < \frac{I_P \text{ (MAX moy.)}}{f \times t}$
   l'une de ces trois conditions étant suffisante.
   I_p - photocourant (A) — f - taux de répétition des impulsions (MHz)
   E_c - tension d'alimentation (V) — $P_\emptyset$ - puissance d'entrée du flux de photons
   t - durée des impulsions (μs) — P_{MAX} - dissipation maxi. (W)
   La puissance dissipée limite s'applique à la somme de la puissance optique à l'entrée du système et de la puissance électrique à l'entrée due au débit du courant photoélectrique, lorsque l'on applique la tension inverse.
2. Tout dépassement de la tension inverse crête détruira la diode. Le courant direct est sans effet sur la diode dans les limites de la puissance qu'elle peut dissiper. Les meilleures performances sont obtenues lorsque la diode est polarisée en inverse avec E_C compris entre 5 et 20 V.
3. Le dépassement de la tension inverse de repos diminue les qualités de faible bruit de la diode, effet sensible uniquement dans le cas où l'on fonctionne dans la zone de faible bruit (voir Figure 8).
4. Les diodes 5082-4205 ont une lentille de pouvoir grossissant 2,5. La surface réelle de la jonction est de $0,5 \times 10^{-3}$ cm^2, correspondant à un diamètre de 0,25 mm. Les spécifications tiennent compte de l'effet de la lentille.
5. La sensibilité est le rapport entre le courant différentiel de la photodiode et le flux différentiel qui le produit, pour une longueur d'onde quelconque et à condition que le flux forme un faisceau suffisamment fin pour être compris entièrement dans la surface sensible. Elle est apparentée au rendement quantique η_q, en électrons par photon.
   $R\phi = \eta_q \left(\frac{\lambda}{1240}\right)$ avec λ longueur d'onde en nm.
   ainsi à 820 nm, une sensibilité de 0,43 A/W correspond à un rendement quantique de 0,65 (ou 65 %) électron par photon.
6. A − 10 V, pour les 5082-4204, -4205 et -4207; à − 25 V, pour les 5082-4203 et -4220.
7. Pour (λ, f et Δf) = (820 nm, 100 Hz et 6 Hz), f étant la fréquence de mesure du bruit du faisceau et Δf la largeur de bande du bruit, la puissance équivalente de bruit (NEP) est le flux optique nécessaire pour avoir un rapport signal/bruit unité, normalisé dans la bande. Ainsi,
   $NEP = \frac{I_N/\sqrt{\Delta f}}{R\phi}$ ou $I_N/\sqrt{\Delta f}$ étant la bande passante, le courant normalisé est calculé à partir de la formule de l'effet de Schottky :
   $I_N/\sqrt{\Delta f} = \sqrt{2qI_D} = 17,9 \times 10^{-15} \sqrt{I_D}\ (A/\sqrt{Hz})$ avec I_D en nA.

8. La sensibilité D* est le rapport signal/bruit normalisé sur la surface active. Il est calculé à partir de la formule :

$$D^* = \frac{\sqrt{A}}{NEP} \left(\frac{cm\sqrt{Hz}}{W}\right)$$ avec A en cm² pour (λ, f, Δf) = (820 nm, 100 Hz et 6 Hz).

9. A − 10 V pour les 5082-4204, -4205, -4207 et -4220; à − 25 V pour la 5082-4203.
10. Entre la sortie cathode et le boîtier. Ne s'applique pas aux 5082-4205 et -4220.
11. Avec charge 50 Ω.
12. Avec charge 50 Ω et une polarisation de − 20 V.

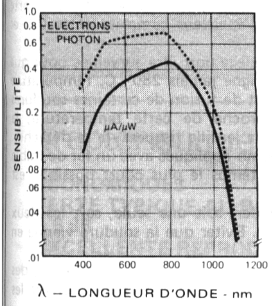


FIGURE 1 – Réponse spectrale

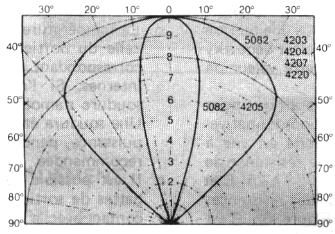


FIGURE 2 – Sensibilité directionnelle relative des photodiodes PIN

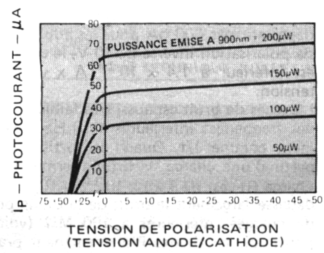


FIGURE 3 – Caractéristiques de sortie typiques à λ = 900 nm

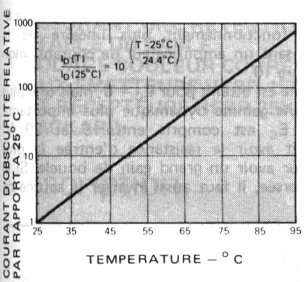


FIGURE 4 – Courant d'obscurité à − 10 V en fonction de la température

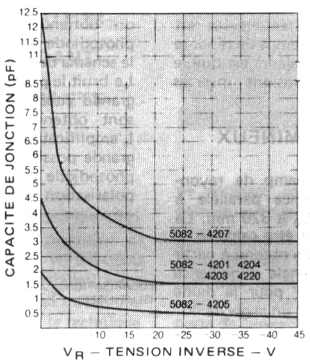
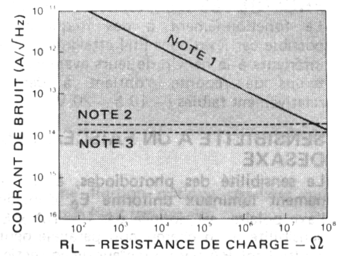


FIGURE 5 – Variation typique de la capacité en fonction de la tension



Notes :
1. Bruit thermique de la résistance de charge
2. Effet Schottky max. de la diode I_D = 1000 pA (5082-4207)
3. Effet Schottky max. de la diode I_D = 400 pA (5082-4204)

FIGURE 6 – Bruit en fonction de la résistance de charge

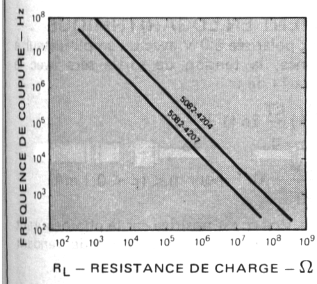


FIGURE 7 – Fréquence de coupure de la photodiode en fonction de la charge (C = 2 pF)

Notes :
4. NEP dû au bruit thermique de la charge
5. NEP dû aux deux sources de bruit
6. NEP dû à l'effet Schottky pour le courant d'obscurité maximal

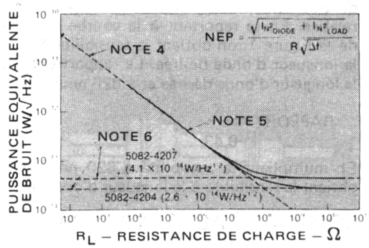


FIGURE 8 – Puissance équivalente de bruit en fonction de la résistance de charge

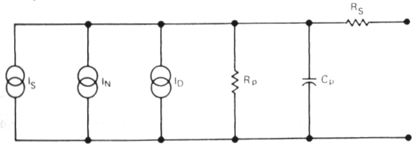


FIGURE 9 – Circuit équivalent de la photodiode

I_S = Courant du signal ≈ 0,43 μA/μW x P, flux entrée à 820 nm

I_N = Courant d'effet Schottky
< 1,2 x 10^{-14} A/√Hz (5082-4204)
< 4 x 10^{-14} A/√Hz (5082-4207)

I_D = Courant d'obscurité
< 600 x 10^{-12} A à − 10 V CC (5082-4204)
< 2500 x 10^{-12} A à − 10 V CC (5082-4207)

R_P = 10^{11} Ω

R_S = < 50 Ω

Utilisation

PROPRIETES ANTIBRUIT

Le courant de bruit des diodes PIN est négligeable. C'est une des conséquences directes du courant de fuite extrêmement faible, résultant de la formule de l'effet Schottky $I_N = (2qI_R\Delta f)^{1/2}$. Le courant de fuite ne dépassant pas 600 pA pour les 5082-4204 sous une tension de polarisation inverse de 10 V, le courant d'effet Schottky est inférieur à $1{,}4 \times 10^{-14}$ A x $\sqrt{\text{Hz}}$ à cette valeur de tension.

L'exccès de bruit est aussi très faible, il n'apparaît que pour des fréquences inférieures à 10 Hz et varie approximativement comme 1/f. Quand la sortie de la diode est vue à partir d'une charge, le bruit thermique de la résistance de charge R_L est de $1{,}28 \times 10^{-10}\sqrt{R_L}^{-1/2} \times \Delta f^{-1/2}$ à 25° C et dépasse largement le bruit de la diode pour des résistances de charges inférieures à 100 MΩ (voir Figure 6). C'est pourquoi, les diodes PIN n'amènent pratiquement pas de bruit au système lorsque l'on utilise des charges de faibles valeurs en haute fréquence pour obtenir une fréquence de coupure élevée (voir Figures 6 et 7).

PROPRIETES DE GRANDE VITESSE

Le fonctionnement à des fréquences très élevées est possible car les diodes PIN atteignent des temps de réponse inférieurs à la ns. Un de leurs avantages majeurs est que le temps de réponse s'obtient à des tensions inverses relativement faibles (– 10 à – 20 V).

SENSIBILITE A UN FAISCEAU LUMINEUX DESAXE

La sensibilité des photodiodes, à un champ de rayonnement lumineux uniforme E_e d'incidence parallèle à l'axe polaire, est donnée par $I = RA \times E_e$ à 820 mm. La sensibilité à un champ non parallèle peut être calculée en multipliant RA par un facteur de correction obtenu à partir du diagramme de rayonnement sous l'angle d'incidence utilisé. Par exemple, le facteur à utiliser pour la diode 5082-4207 avec un champ incident E_e sous un angle de 40° par rapport à l'axe est de 0,8. Si $E_e = 1$ mW/cm², nous obtenons $I_P = k \times (RA) \times E_e$; $I_P = 0{,}8 \times 4 \times 1 = 3{,}2$ µA.

REPONSE SPECTRALE

Pour obtenir la sensibilité à une longueur d'onde différente de 820 nm, il faut tenir compte de la réponse spectrale relative. En se reportant à la courbe de réponse spectrale de la Figure 1, on obtient la sensibilité X correspondant à la longueur d'onde désirée. Le rapport entre la sensibilité à la longueur d'onde désirée et à 820 nm est donnée par :

$$\text{RAPPORT} = \frac{X}{0{,}43}$$

En multipliant la sensibilité à 820 nm par ce rapport, on obtient la sensibilité à la longueur d'onde désirée.

SENSIBILITE AUX ULTRAVIOLETS

Sous l'effet d'une polarisation, une région en bordure de la surface active devient sensible. La largeur de cet anneau est d'environ 25 µm sous – 20 V, et grandit avec la tension inverse. La sensibilité de cette zone est supérieure à celle de la région centrale, en particulier, aux faibles longueurs d'ondes. A 400 nm, la sensibilité de la région centrale est de 0,1 A/W alors qu'elle atteint 0,35 A/W à la périphérie. A des longueurs d'ondes inférieures à 400 nm, l'atténuation due à la fenêtre en verre affecte profondément la sensibilité. La vitesse de réponse est t_r, $t_f \approx 300$ ns à la périphérie.

RECOMMANDATIONS DE MONTAGE (5082-4205)

a. Les 5082-4205 sont prévues pour être soudées sur carte de circuits imprimés d'épaisseur comprise entre 0,5 et 1,6 mm.

b. La température de soudage doit être surveillée pour que celle du boîtier n'atteigne jamais 280° C, température correspondant au point de fusion de certaines soudures internes. Si l'on approche de cette température, la soudure s'amollira et la lentille risquera de se détacher. Une soudure étain-plomb appliquée avec un fer de faible puissance, pendant le temps le plus court possible, est recommandée.

c. Il est possible de souder, soit une seule, soit les deux pattes de sortie anode. Eviter que la soudure vienne en contact avec la lentille.

d. Si l'on ne peut souder la diode sur circuit imprimé, des fils peuvent être soudés sur les pattes en prenant les précautions ci-dessus.

FONCTIONNEMENT EN LINEAIRE

Le circuit équivalent à la photodiode étant donné Figure 9, on obtiendra un fonctionnement plus linéaire de la photodiode en utilisant un amplificateur de courant selon le schéma de la Figure 10.

Le bruit le plus faible est atteint pour $E_C = 0$, mais une plus grande vitesse et une gamme dynamique plus importante sont obtenues si E_C est compris entre 5 et 20 V. L'amplificateur doit avoir la résistance d'entrée la plus grande possible pour avoir un grand gain de boucle. Si la photodiode est inversée, il faut aussi inverser la source de polarisation.

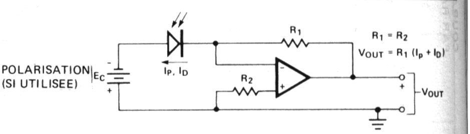


FIGURE 10 – Fonctionnement en linéaire

FONCTIONNEMENT EN LOGARITHMIQUE

Si la photodiode est polarisée à 0 V avec un amplificateur à très haute impédance, la tension de sortie sera avec le montage de la Figure 11 de :

$$V_{OUT} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)\frac{kT}{q}\,\ell n\left(1 + \frac{I_P}{I_S}\right)$$

$$\text{avec } I_S = I_F\left(e^{\frac{qV}{kT}} - 1\right)^{-1} \quad \text{pour } 0 < I_F < 0{,}1 \text{ mA}$$

La tension de sortie V_{OUT} est positive car le photocourant I_P circule en sens inverse dans la photodiode rendant l'anode positive.

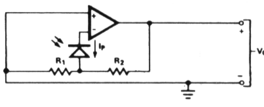


FIGURE 11 – Fonctionnement en logarithmique

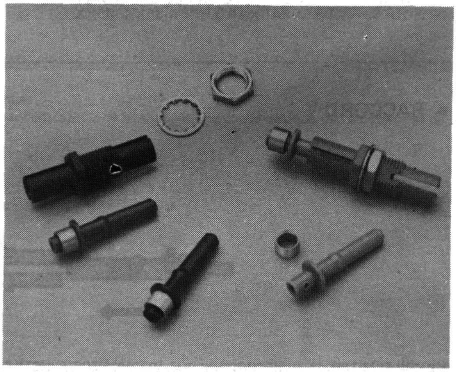
RACCORDS ET CONNECTEURS A FIBRES OPTIQUES ENCLIQUETABLES

CONNECTEURS HFBR-4501 HFBR-4511
RACCORDS HFBR-4505 HFBR-4515

FICHE TECHNIQUE JUILLET 1984

Caractéristiques

- ECONOMIQUES
- PERTE TYPIQUE AU RACCORDEMENT 1,5 dB
- EXCELLENTE REPRODUCTIBILITE
- OPTIMISES POUR LES CABLES A FIBRES OPTIQUES PLASTIQUE HEWLETT-PACKARD A COEUR 1000 MICRONS
- MONTAGE SUR LE SITE FACILE ET RAPIDE
- BAGUE DE FIXATION METALLIQUE ASSURANT UNE RETENTION FORTE ET STABLE DU CABLE
- CODAGE COULEUR CORRESPONDANT AUX EMETTEURS HFBR-15XX ET ET RECEPTEURS HFBR-25XX HEWLETT-PACKARD

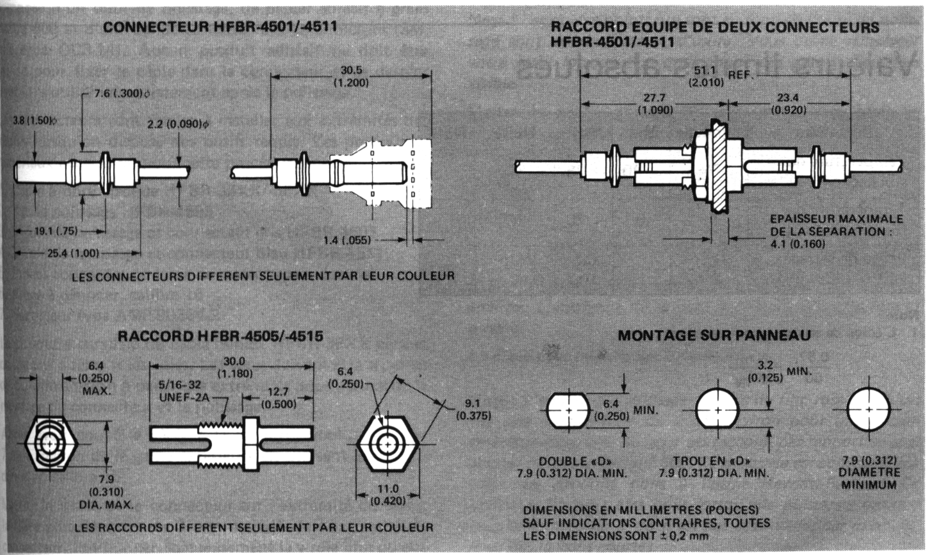


Description

Les connecteurs encliquetables HFBR-4501 et HFBR-4511 sont destinés aux câbles à fibres optiques plastique et s'adaptent à la famille Hewlett-Packard HFBR-0500 d'émetteurs et de récepteurs optiques. Leur installation est à la fois facile et rapide. La bague de fixation métallique assure une rétention forte et stable du câble et la technique de polissage garantit une finition optique régulière qui permet un couplage optique haut rendement.

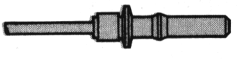
Les dispositifs HFBR-4505 et HFBR-4515 permettent d'adapter deux connecteurs encliquetables à fibres optiques plastique et peuvent être utilisés soit comme raccord simple, soit comme raccord avec traversée d'un panneau. La perte de connecteur à connecteur est faible et reproductible.

Dimensions

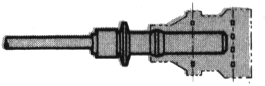


Applications

- **CONNECTEUR**

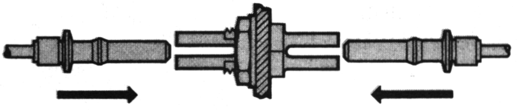


CONNEXION D'EXTREMITE POUR LES CABLES A FIBRES OPTIQUES HEWLETT-PACKARD HFBR-35XX/-36XX

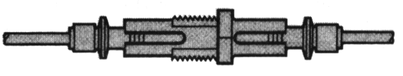


INTERFACE AVEC LES COMPOSANTS DES LIAISONS OPTIQUES ENCLIQUETABLES HEWLETT-PACKARD HFBR-15XX/-25XX

- **RACCORD**



RACCORD AVEC TRAVERSEE D'UN PANNEAU OU MONTAGE SUR PANNEAU DE CONNECTEURS HFBR-45XX



RACCORD SIMPLE DE CABLE A FIBRE OPTIQUE HFBR-35XX/-36XX

Valeurs limites absolues

Paramètre	Symbole	Min.	Max.	Unité	Note
Température de stockage	T_S	−40	+75	°C	
Température de fonctionnement	T_A	0	+70	°C	
Ecrou de serrage HFBR-4505/-4515	T_N		$\frac{0,7}{100}$	$\frac{N\text{-}m}{OzF\text{-}_{IN}}$	1

Note :

1. L'écrou de serrage recommandé est :

$$\frac{0,57}{80}\ \frac{N\text{-}m}{OzF\text{-}_{IN}}$$

Caractéristiques mécaniques et optiques

Sauf spécification contraire, entre 0°C et 70°C. Valeurs typiques à 25°C

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Note
Force de rétention du module/connecteur HFBR-4501/-4511 à HFBR-15XX/-25XX	F_{RC}		6,8		N	
Résistance à la traction du connecteur/câble	F_T	5	22		N	
Perte connecteur à connecteur HFBR-4505/-4515	α_{CC}	0,7	1,5	2,8	dB	2,3
Force de rétention du raccord/connecteur HFBR-4501/-4511 à HFBR-4505/-4515	F_{RB}		7,8		N	

Notes :

2. Polissage en usine ou sur le site, conformément à la procédure recommandée.
3. La perte d'insertion module à connecteur est prise en compte dans les spécifications de la puissance de sortie optique de l'émetteur et de la puissance d'entrée optique du récepteur.

Connexion des câbles

Des ensembles de câbles coupés à la longueur spécifiée par le client et munis de connecteurs montés à l'usine peuvent être obtenus en s'adressant à Hewlett-Packard. Pour plus de détails, reportez-vous à la fiche technique «Liaisons à fibres optiques encliquetables». Facile à exécuter, la procédure suivante décrit la façon de connecter les extrémités des câbles. Elle convient aussi bien pour les installations en usine que sur le site. Si vous avez besoin d'une technique de montage pour de grandes séries de connecteurs, contactez votre ingénieur commercial Hewlett-Packard qui vous indiquera la procédure et l'équipement requis.

L'installation des connecteurs sur les câbles implique l'utilisation du kit de polissage Hewlett-Packard HFBR-4595 composé d'un outil de polissage, de papier abrasif à grain fin de 600 et d'une bande adhésive rose de 3 microns (3M, référence OC3-14). Aucun produit adhésif ne doit être utilisé pour fixer le câble dans le connecteur et ce dernier peut être utilisé immédiatement après le polissage.

Les connecteurs sont faciles à installer aux extrémités des câbles lorsqu'on dispose des outils requis. Les produits et matériaux nécessaires pour cette procédure sont :

1. Câble à fibre optique HFBR-35XX/-36XX
2. Kit de polissage HFBR-4595
3. Virole de sertissage et connecteur gris HFBR-4501
4. Virole de sertissage et connecteur bleu HFBR-4511
5. Pinces coupantes ou lame de rasoir type industriel
6. Pince à dénuder, calibre 16
7. Sertisseur type AMP 90364-2

La structure parallèle du câble duplex HFBR-36XX permet de séparer aisément les voies. Les voies doivent être séparées de 50 mm environ à partir des extrémités pour permettre le montage du connecteur et le polissage.

Après avoir coupé le câble à la longueur voulue, enlever 7 mm environ de la gaine extérieure en utilisant la pince à dénuder, calibre 16.

Mettre la virole et le connecteur sur l'extrémité du câble; la fibre doit dépasser de 3 mm au-delà de l'extrémité du connecteur. Positionner soigneusement la virole afin qu'elle se trouve entièrement sur le connecteur et sertissez ensuite cette virole à l'aide de l'outil prévu à cet effet.

Note : *Mettre le connecteur gris sur l'extrémité du câble qui doit être connectée à l'émetteur et le connecteur bleu à l'extrémité du câble qui doit être reliée au récepteur afin de préserver le codage couleur (mécaniquement, les deux connecteurs sont identiques).*

La fibre de trop qui dépasse du connecteur peut être coupée; toutefois, la fibre nue doit dépasser l'extrémité du connecteur sur 1,5 mm au moins.

Insérer le connecteur complètement dans l'outil de polissage, son extrémité dépassant en-dessous de cet outil.

Note : *Les quatre points qui sont au fond de l'outil de polissage sont des indicateurs d'usure. Vous devez remplacer votre outil lorsque l'un quelconque des points n'est plus visible.*

Mettre le papier abrasif 600 sur une surface plate et régulière. En appuyant sur le connecteur, polir la fibre et le connecteur jusqu'au moment où celui-ci se trouve en bord à bord avec le bout de l'outil de polissage. Essuyer le connecteur et l'outil à l'aide d'un chiffon ou d'un tissu propres.

Mettre le connecteur en bord à bord et l'outil de polissage sur le côté mat du film rose de 3 microns et continuer à polir la fibre et le connecteur en les déplaçant 25 fois environ. L'extrémité de la fibre doit être plate, régulière et propre.

Le câble peut maintenant être utilisé.

Note : *L'emploi du polissage à l'aide du film rose se traduit par une amélioration de 2 dB environ pour une liaison émetteur-récepteur ou pour un raccord, par rapport au seul emploi du papier abrasif 600. Ce polissage est comparable à celui des produits polis à l'usine Hewlett-Packard. Ce polissage fin peut être omis lorsqu'une puissance optique supplémentaire de 2 dB n'est pas essentielle; par exemple, pour des liaisons courtes.*

Modalités de commande

Connecteurs :

Virole de sertissage et connecteur gris HFBR-4501
Virole de sertissage et connecteur bleu HFBR-4511

Raccord simple/avec traversée d'un panneau :

Raccord gris HFBR-4505 avec écrou et rondelle
Raccord bleu HFBR-4515 avec écrou et rondelle

Kit de polissage HFBR-4595 :

Outil de polissage, papier abrasif à grain fin de 600 (quantité 2) et film 3 microns (quantité 2)

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

RECEPTEUR A FIBRE OPTIQUE A PHOTODIODE PIN

HFBR-2207 HFBR-2208

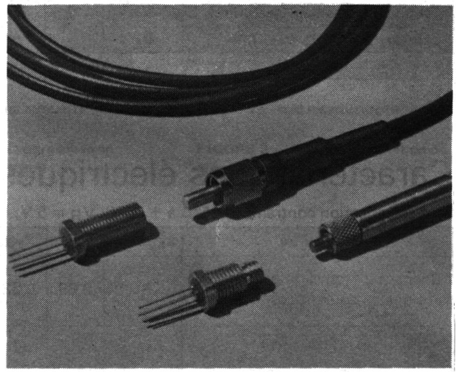
FICHE TECHNIQUE JUILLET 1984

Caractéristiques

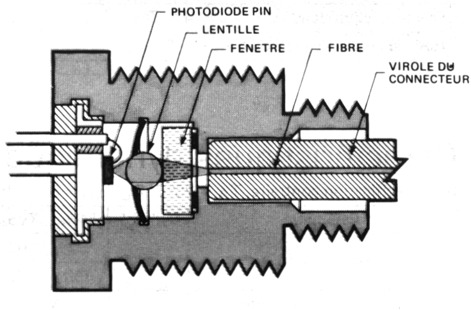
- **PERFORMANCES GARANTIES :**
  Bande passante 60 MHz pour une polarisation inverse 5 V
  Faible capacité : inférieure à 1,6 pF
  Réponse minimale : 0,29 A/W
  Faible courant d'obscurité : inférieur à 300 pA
- **COMPATIBLE AVEC LES CONNECTEURS HP ET SMA**
- **BOITIER METALLIQUE MINIATURE ISOLE ET ROBUSTE, ALIGNEMENT OPTIQUE REALISE EN USINE**

Applications

- **LIAISONS FIBRES OPTIQUES A GRANDE VITESSE**
- **LIAISONS ANALOGIQUES A FIBRES OPTIQUES AVEC UNE LARGE BANDE PASSANTE**
- **LIAISONS A FORTE SENSIBILITE ET FAIBLE BANDE PASSANTE**
- **DETECTEUR DE FLUX OPTIQUES**



Le HFBR-2207/8 fait partie de la famille des émetteurs et récepteurs logés dans un boîtier miniature. HP propose également du câble à fibre 100/140 μm avec et sans connecteur, à une et deux voies.



Vue en coupe

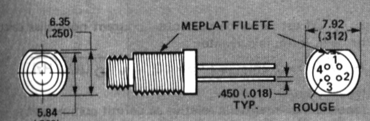
Description

Le récepteur à fibre optique HFBR-2207/8 est une diode PIN au silicium montée dans un boîtier métallique robuste. Parfaitement adapté aux applications comportant de grandes vitesses, le récepteur à fibre optique HFBR-2207/8 présente une faible capacité et un bruit réduit. La grande efficacité de couplage de ce boîtier miniature permet d'obtenir une réponse minimale de 0,29 A/W. La réponse du récepteur tient compte du flux optique perdu au couplage de la fibre avec la photodiode PIN ainsi que la réponse de la photodiode PIN elle-même.

Le HFBR-2207 s'adapte aux connecteurs HFBR-4000 et le récepteur HFBR-2208 aux conducteurs SMA.

Dimensions

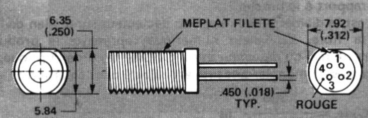
HFBR-2207 : COMPATIBLE AVEC LES CONNECTEURS HP



BROCHE	FONCTION
1	BOITIER
2	ANODE
3	CATHODE
4	NC

NC : non connecté

HFBR-2208 : COMPATIBLE TYPE SMA

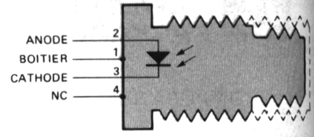


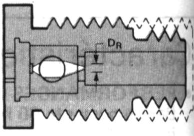
BROCHE	FONCTION
1	BOITIER
2	ANODE
3	CATHODE
4	NC

NC : non connecté

Valeurs limites absolues

PHOTODIODE PIN HFBR-2207/-2208





Paramètre		Symbole	Min.	Max.	Unité	Note
Température de stockage		T_S	− 55	85	°C	
Température de fonctionnement		T_A	− 55	85	°C	
Soudage	Température			260	°C	1
	Temps			10	s	
Tension inverse de polarisation		V_R	− 0,5	50	V	
Tension, boîtier-jonction		V_C		100	V	2

Caractéristiques électriques et optiques

Sauf spécification contraire, − 55°C à + 85°C, V_R = 5 V, P_R = − 20 dBm à 820 nm. Valeurs typiques à T_A = 25°C

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure		Fig.	Note
Réponse effective du port optique en courant continu	R_P	0,29	0,38	0,40	A/W	HFBR-3000/-3100, Fibre 100/140 µm O.N. = 0,28, g = 2		1,2, 3,8	
Courant d'obscurité	I_D		50	300	pA	T_A = 25°C	P_R = 0 µA, V_R = 20 V	4,9	
Puissance équivalente de bruit	NEP			3,4 x 10^{-14}	$\frac{W}{\sqrt{Hz}}$				5
Capacité totale	C_T		1,3	1,6	pF			5	
Résistance série	R_S		10	50	Ω				
Ouverture numérique équivalente	NA		0,4						
Diamètre équivalent	D_R		250		µm				3
Résistance d'isolement du boîtier	R_{CASE}	1			MΩ	V_C = 100 V		9	2

Caractéristiques dynamiques

Sauf spécification contraire, T_A = 25°C, R_{LOAD} = 50 Ω, P_R = − 20 dBm à 820 nm

Paramètre	Symbole	Min.	Typ.	Max.	Unité	Conditions de mesure	Fig.	Note
Bande passante à 3 dB	BW	60	100		MHz	V_R = 5 V	6,7	
		150	250			V_R = 20 V	10	
Temps de montée/descente (10-90%)	t_r, t_f		3,5		ns	V_R = 5 V		4
Réponse incrémentielle relative	$\Delta R_P/R_P$		0,5		%	$P_R \leqslant$ − 20 dBm, V_R = 5 V	8	6

Notes :

1. A 2 mm du point d'entrée des conducteurs dans le boîtier.
2. V_C (100 V) est appliquée simultanément aux broches 1, 2 et 3 par rapport à la broche 1.
3. D_R est le diamètre de l'image du déctecteur sur le plan de la face de la fibre. La valeur numérique représente le produit du diamètre réel du détecteur et du grossissement de l'optique.
4. Le temps de montée/descente est calculé par l'équation :

$$t_r, t_f = \frac{350}{BW\ (MHz)}\ ns$$

5. Pour (λ, f, Δf) = (820 nm, 100 Hz, 6 Hz) où f est la fréquence du point de mesure et Δf est la bande passante du bruit. NEP est le flux optique requis pour un rapport signal/bruit unitaire normalisé pour la bande passante.

Ainsi :

$$NEP = \frac{I_N/\sqrt{\Delta f}}{R_P}$$

où $I_N/\sqrt{\Delta f}$ est la bande passante - courant normalisé calculé à partir de la formule suivante :

$$I_N/\sqrt{\Delta f} = \sqrt{2qI_D} = 17{,}9 \times 10^{-15} \sqrt{I_D}\ (A/\sqrt{Hz})$$

où I_D est en nA.

6. La réponse incrémentielle relative se définit comme suit :

$$\frac{\Delta R_P}{R_P} \times 100\% = \frac{R_{AC}\ (P_R) - R_{AC}\ (-25\ dBm)}{R_{AC}\ (-25\ dBm)} \times 100\%$$

dans laquelle :
R_{AC} = réponse à un petit signal CA (20 MHz, − 30 dBm)
P_R = puissance optique CC incidente sur le port.

Sauf spécification contraire, $V_R = 5$ V, $P_R = -20$ dBm à 820 nm et $T_A = 25°C$

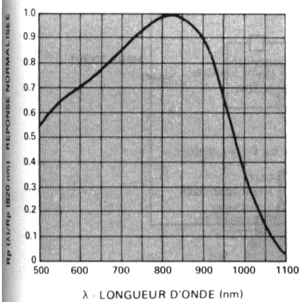


FIGURE 1 — Réponse normalisée en fonction de la longueur d'onde

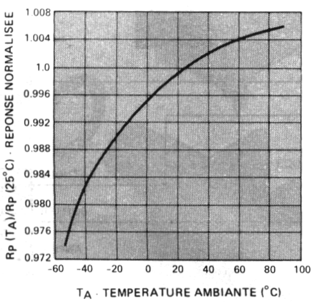


FIGURE 2 — Réponse normalisée en fonction de la température

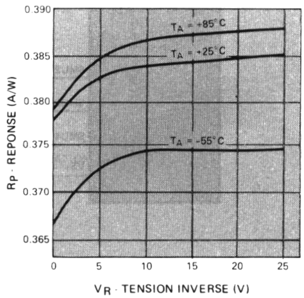


FIGURE 3 — Réponse en fonction de la tension inverse

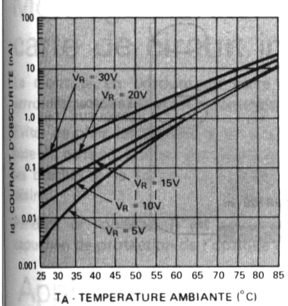


FIGURE 4 — Courant d'obscurité en fonction de la température ambiante

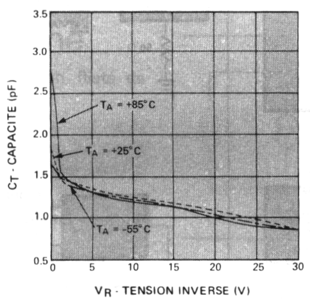


FIGURE 5 — Capacité en fonction de la tension inverse

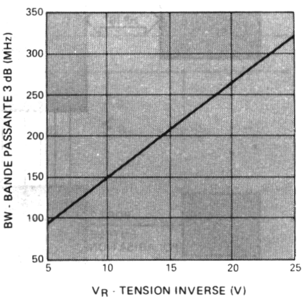


FIGURE 6 — Bande passante 3 dB en fonction de la tension inverse

FIBRES OPTIQUES

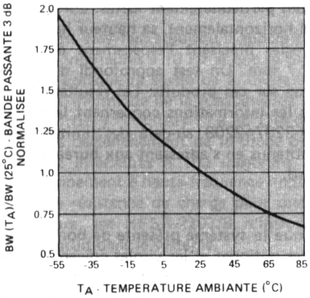


FIGURE 7 — Bande passante normalisée en fonction de la température ambiante

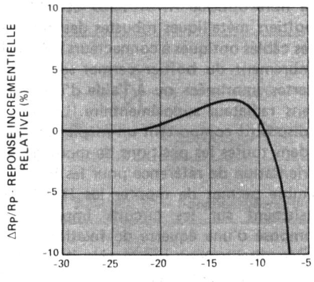


FIGURE 8 — Caractéristiques de linéarité en fonction du flux optique

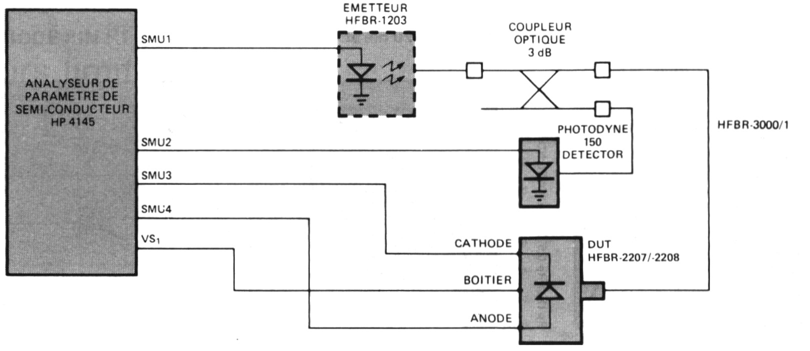


FIGURE 9 — Circuit de test

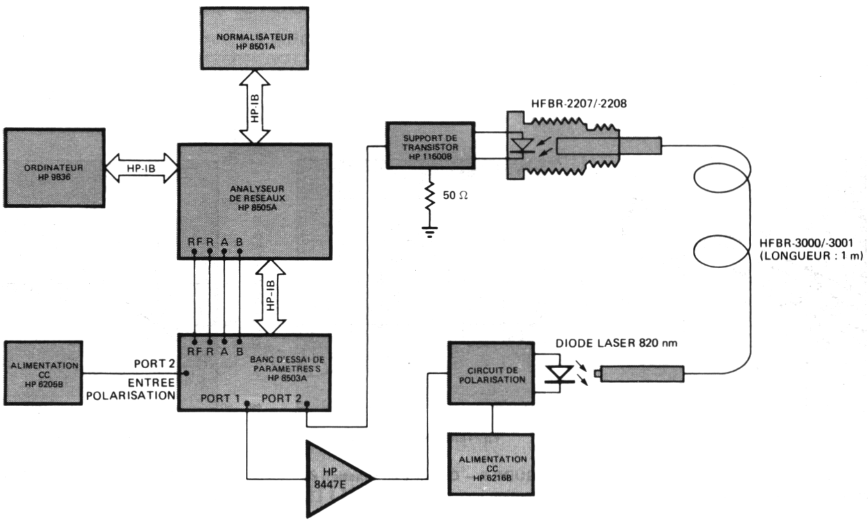
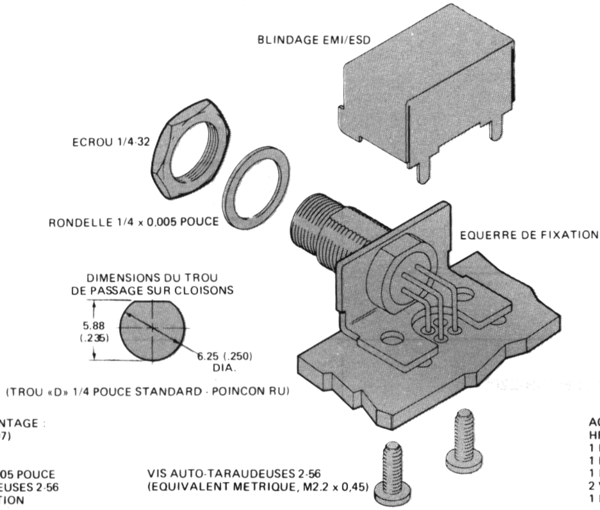


FIGURE 10 — Circuit de mesure de la bande passante

Caractéristiques mécaniques

Les récepteurs à fibre optique HFBR-2207 et -2208 sont logés dans des boîtiers métalliques robustes destinés à être employés avec les câbles optiques à connecteurs HP ou SMA. Le faible encombrement du boîtier permet son montage direct sur les cartes imprimées ou à l'aide d'équerres de fixation mais sans radiateur supplémentaire. Les filetages de montage du dispositif comportent un méplat qui empêche sa rotation dans toutes les positions de montage et qui constitue une orientation de référence pour les broches de sortie. Un ensemble permet de monter les HFBR-2207/-2208 horizontalement sur les circuits imprimés. Cet ensemble est composé d'une équerre de fixation en acier inoxydable montée directement sur le circuit imprimé à l'aide de deux vis auto-taraudeuses en acier inoxydable, d'un écrou et d'une rondelle permettant de fixer le dispositif à l'équerre. Un blindage métallique qui se fixe directement sur l'équerre de fixation peut aussi être utilisé en cas d'interférences électromagnétiques ou de décharges électrostatiques particulièrement fortes. Lorsque ce composant est monté horizontalement, sa hauteur hors-tout est conforme aux règles précisant l'espacement des circuits imprimés de 12,7 mm. Un test approfondi d'environnement a été effectué sur ces produits. Les résultats des essais ainsi que toutes les informations concernant le fonctionnement des HFBR-2207/-2208 au-delà des limites spécifiées peuvent être obtenus en s'adressant aux bureaux de vente Hewlett-Packard.

Pour que le système présente de bonnes performances, les fenêtres optiques et les viroles doivent être propres pour ne pas constituer des obstructions sur le chemin optique. Dans la plupart des cas, un soufflage à l'air comprimé suffit pour enlever les particules de saleté : un nettoyage effectué avec un tampon de coton imbibé de méthanol ou de Fréon™ donne également de bons résultats.



ACCESSOIRES DE MONTAGE :
HFBR-4201 (HFBR-2207)
1 BLINDAGE EMI/ESD
1 ECROU 1/4-32
1 RONDELLE 1/4 x 0,005 POUCE
2 VIS AUTO-TARAUDEUSES 2-56
1 EQUERRE DE FIXATION

ACCESSOIRES DE MONTAGE :
HFBR-4202 (HFBR-2208)
1 BLINDAGE EMI/ESD
1 ECROU 1/4-36
1 RONDELLE 1/4 x 0,005 POUCE
2 VIS AUTO-TARAUDEUSES 2-56
1 EQUERRE DE FIXATION

Montage horizontal sur carte de circuit imprimé

Le montage en bordure de carte avec canon fileté de verrouillage débordant est recommandé.

Eviter de plier les broches à un angle droit trop près de la base du boîtier. Utiliser des pinces à bec fin pour maintenir les broches à la sortie du boîtier et les courber comme désiré.

Pendant le soudage, il est recommandé de maintenir le capuchon de protection de l'optique en place.

Applications

ABSENCE DE BRUIT

Le courant de bruit des HFBR-2207/8 est négligeable. Ceci résulte directement du courant de fuite exceptionnellement faible, conformément à la formule du bruit :

$I_N = (2qI_D\Delta f)^{1/2}$.

Puisque le courant de fuite ne dépasse pas 300 picoampères pour une tension inverse de polarisation de 20 volts, le courant de bruit est inférieur à $9{,}8 \times 10^{-15}$ amp. $Hz^{-1/2}$ à cette tension.

Le bruit est également très faible puisqu'il apparaît seulement aux fréquences inférieures à 10 Hz et que sa variation suit à peu près 1/f. Lorsque la sortie de la diode est vue d'une charge, le bruit thermique de la résistance de charge (R_L) est $1{,}28 \times 10^{-10}$ $(R_L)^{-1/2} \times (\Delta f)^{1/2}$ à 25°C et dépasse largement le bruit de déclenchement de la diode pour les résistances de charge inférieures à 100 mégohms. Ainsi, dans le cas du fonctionnement à haute fréquence impliquant de faibles valeurs de résistance de charge pour une forte fréquence de coupure, les HFBR-2207/8 n'introduisent pratiquement aucun bruit dans le système.

CARACTERISTIQUES A GRANDE VITESSE

Le fonctionnement à des vitesses élevées est possible puisque les HFBR-2207/8 ont une faible capacité et une bande passante large pour une faible tension inverse de polarisation.

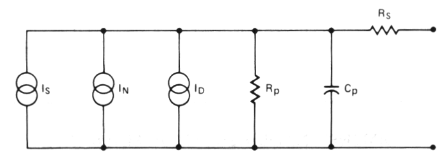


FIGURE 11 – Circuit équivalent de la photodiode

I_S = courant de signal $\approx 0{,}38\ \mu A/\mu W \times P_R$
I_N = courant de bruit de déclenchement
$< 9{,}8 \times 10^{-15}$ amp./$Hz^{1/2}$
I_D = courant d'obscurité
$< 300 \times 10^{-12}$ amp. à 20 Vcc de polarisation
$R_p = 10^{11}\ \Omega$
$R_S = < 50\ \Omega$

FONCTIONNEMENT LINEAIRE

Le fonctionnement de la photodiode est pratiquement linéaire lorsqu'elle est utilisée avec un amplificateur de courant semblable à celui de la figure 12.

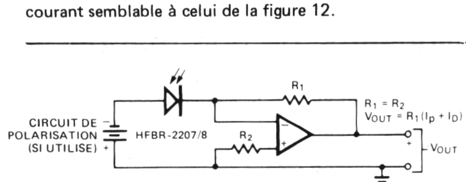
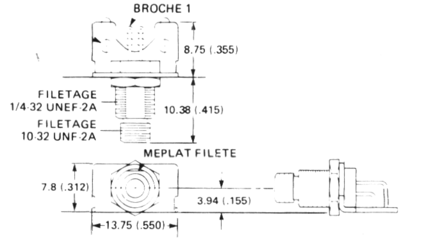


FIGURE 12 – Fonctionnement linéaire

Le bruit le plus faible s'obtient pour $E_C = 0$, mais on obtient des vitesses plus fortes et une bande dynamique plus large si $5 < E_C < 20$ V. L'amplificateur doit comporter une résistance d'entrée aussi forte que possible pour permettre un gain élevé de boucle. Si la photodiode est inversée, la polarisation doit aussi être inversée.

RECEPTEUR HFBR-2207

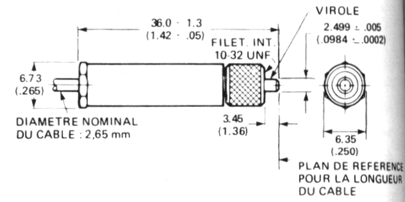
LES TROUS DE DIAMETRE 1,95 mm SONT DESTINES A RECEVOIR UNE VIS AUTO-TARAUDEUSE 2-56



CONNECTEUR TYPE HEWLETT-PACKARD

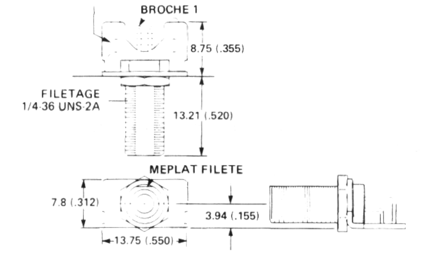
(s'utilise avec les câbles HFBR-3000/-3100, option 001)

CONNECTEUR HFBR-4000



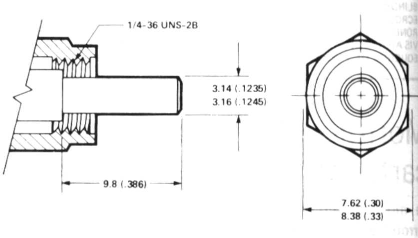
RECEPTEUR HFBR-2208

LES TROUS DE DIAMETRE 1,95 mm SONT DESTINES A RECEVOIR UNE VIS AUTO-TARAUDEUSE 2-56



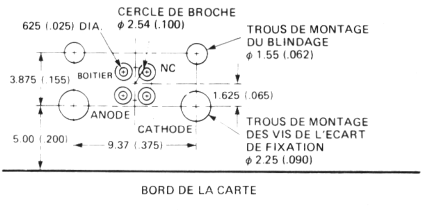
CONNECTEUR SMA TYPE A

(s'utilise avec les câbles HFBR-3000/-3100, option 002)



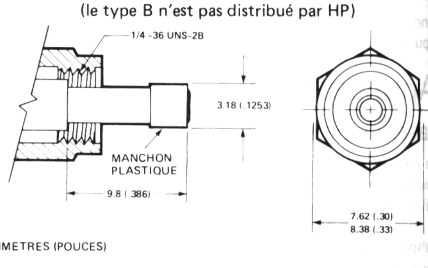
DIMENSIONS DU RECEPTEUR SUR CARTE

Vue de haut



CONNECTEUR SMA TYPE B

(le type B n'est pas distribué par HP)



DIMENSIONS EN MILLIMETRES (POUCES)

Modalités de commande

Récepteurs : HFBR-2207 (compatibles connecteur HP)
HFBR-2208 (compatibles connecteur SMA)

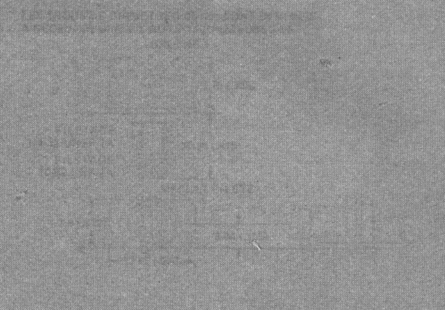
Emetteurs : HFBR-1201
HFBR-1202
HFBR-1203
HFBR-1204
(voir les fiches techniques)

Accessoires de montage : HFBR-4201 (pour connecteurs HP)
HFBR-4202 (pour connecteurs SMA)

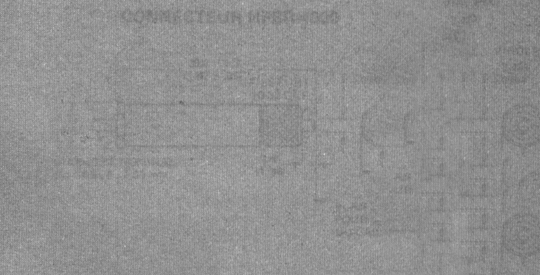
Câbles optiques

Hewlett-Packard propose des câbles à fibre 100/140 µm avec ou sans connecteur et mono ou bivoie. Pour plus de renseignements, voir les fiches techniques correspondantes.

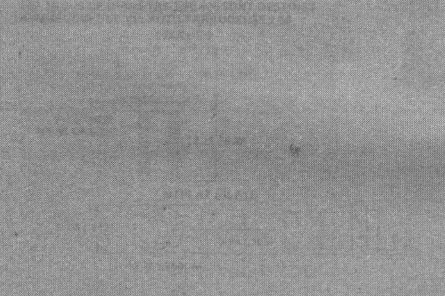
RECEPTEUR HFBR-2202



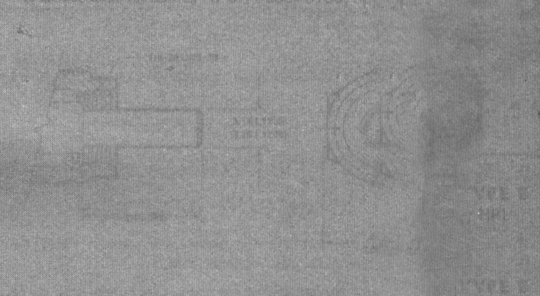
CONNECTEUR TYPE HEWLETT-PACKARD



RECEPTEUR HFBR-2208

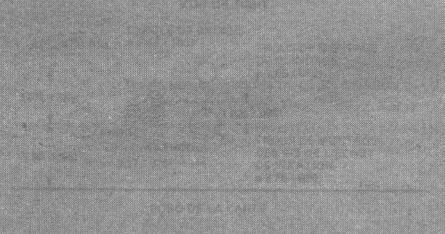


CONNECTEUR SMA

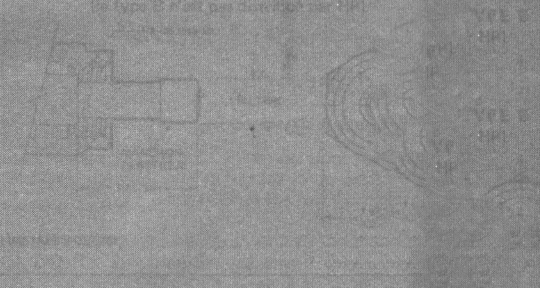


DIMENSIONS DU RECEPTEUR SUR CARTE

Vue de haut



CONNECTEUR SMA



Modalités de commande

Récepteur : HFBR-2202 (compatible connecteur HP)
HFBR-2208 (compatible connecteur SMA)

Emetteurs : HFBR-1201
HFBR-1202
HFBR-1203
HFBR-1204

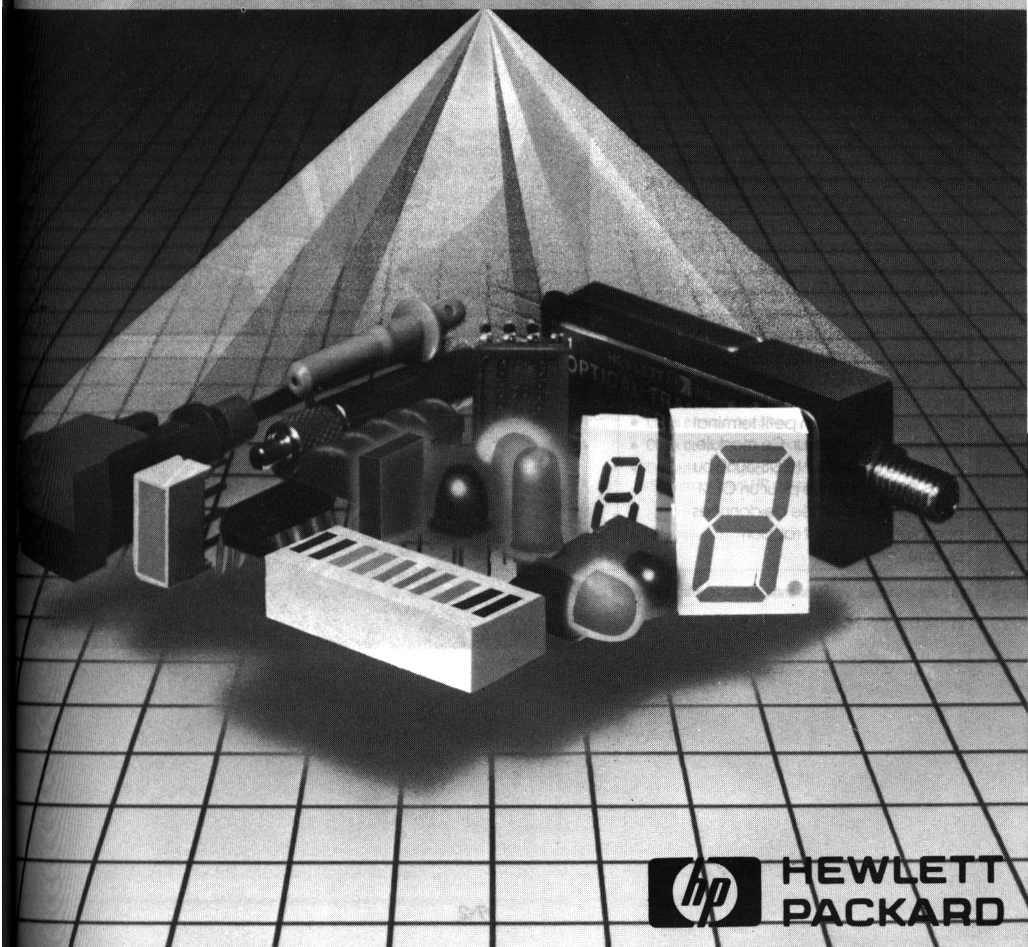
Accessoires de montage : HFBR-4201 (pour connecteurs HP)
HFBR-4202 (pour connecteurs SMA)

Câbles optiques

Hewlett-Packard propose des câbles à fibre [illegible] avec ou sans connecteur et [illegible] voir les fiches techniques [illegible]

7. Lecteurs de codes-barres

- Lecteurs numériques
- Décodeurs
- Lecteurs
- Lecteur optique



HEWLETT PACKARD

Lecteurs de codes-barres

HP a effectué des années de recherches avant d'atteindre le niveau de compétence qui est le sien dans la technologie des matériaux pour DEL, dans la fabrication des photo-transistors bipolaires intégrés et dans le domaine de la fabrication des lentilles de précision, ce qui lui a permis de réaliser les lecteurs de codes-barres HEDS-3000 (moyenne résolution) et HEDS-3200 (haute résolution). Ces lecteurs sont constitués d'un élégant boîtier ergonomique en plastique, épousant les formes de la main. Le signal en sortie du lecteur est compatible avec les circuits TTL et CMOS standard, éliminant ainsi la nécessité pour l'utilisateur de réaliser une interface analogique/numérique. Les performances des lecteurs numériques HP sont toutes spécifiées, permettant ainsi au réalisateur du logiciel d'optimiser ce dernier.

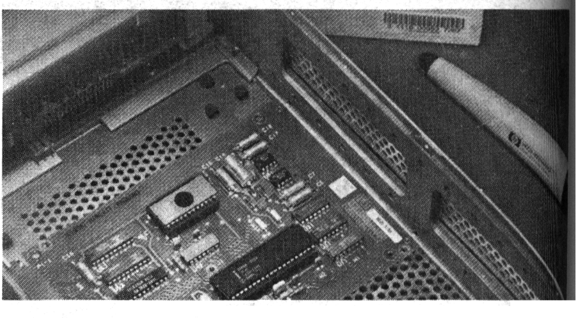
Pour les utilisateurs ne désirant pas investir dans la technologie du décodage, Hewlett-Packard a développé un module de décodage complétant la ligne de ses lecteurs. Le premier de ceux-ci, le HEDS-0100/-0150 est un décodeur pour code 3 sur 9 entièrement constitué de circuits intégrés montés sur cartes et particulièrement conçu pour servir de MPU asservi à la plupart des terminaux d'entrée, ou d'unité centrale à un petit terminal uniquement émetteur. Ce module, associé à un lecteur HEDS-3050 ou HEDS-3250 constitue pour un OEM un ensemble d'entrée de données complet d'excellent rapport qualité/prix.

Vous trouverez dans les pages suivantes la présentation de deux nouveaux lecteurs de codes-barres, le modèle programmable 16800A et le modèle non programmable 16801A. Ces deux modèles peuvent être configurés de diverses manières, et assurent un retour d'informations visuelles et auditives à l'opérateur. HP projette de compléter encore sa ligne de lecteurs de codes-barres.

Avantages de la saisie de données par lecteur de codes-barres :

- Beaucoup plus rapide que par les autres techniques de saisie de données
- Plus grande précision due au contrôle automatique et à un détecteur d'erreur intégré
- Plus besoin de claviste expérimenté
- Support papier peu coûteux et facilement reproductible
- Prix très compétitif par rapport aux systèmes à clavier

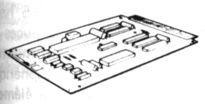
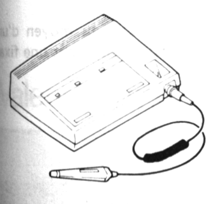




Détecteur

Schéma du boîtier	Référence	Description	Caractéristiques	Page
	HEDS-1000	Détecteur optique à réflexion de haute résolution	• Performances spécifiées et garanties • Source de lumière visible détectant la plupart des couleurs • Photodétecteur intégré favorisant vitesse et réponse • Boîtier standard TO-5	7-4

Lecteurs de codes-barres

Schéma du boîtier	Référence	Description	Caractéristiques	Page
	HEDS-3000	Lecteur numérique moyenne résolution (avec interrupteur)	• Sortie numérique • Spécifié pour des éléments de 0,3 mm (0,012'') de large • Interrupteur déclenchant la lecture pour des applications à faible puissance • Blindage interne améliorant la réjection du bruit • Diverses options possibles	*
	HEDS-3050	Lecteur numérique moyenne résolution (blindé, sans interrupteur)		
	HEDS-3200 HEDS-3201	Lecteur numérique haute résolution (avec interrupteur)	• Sortie numérique • Spécifié pour des éléments de 0,19 mm (0,0075'') de large • Interrupteur déclenchant la lecture pour des applications à faible puissance • Blindage interne améliorant la réjection du bruit • Diverses options possibles	*
	HEDS-3250 HEDS-3251	Lecteur numérique haute résolution (blindé, sans interrupteur)		
	HEDS-0100 HEDS-0150	Module de décodage de codes-barres	• Carte standard • Décodage code 3 sur 9 • RS-232-C ; 2400 Bauds en standard, 1200, 4800, 9600 Bauds en option • Interface ASCII parallèle	*
	16800A	Lecteur programmable de codes-barres	• Configuration souple • Possibilité de commande par ordinateur (16800A) • Large éventail de codes-barres • Choix de lecteurs hautes performances • Conforme aux spécifications d'environnement HP classe B	*
	16801A	Lecteur non programmable de codes-barres		

***Pour toute information complémentaire au sujet des lecteurs de codes-barres, reportez-vous aux fiches techniques correspondantes, ou adressez-vous au bureau commercial Hewlett-Packard le plus proche ou à un distributeur agréé.**

HEWLETT PACKARD

COMPOSANTS

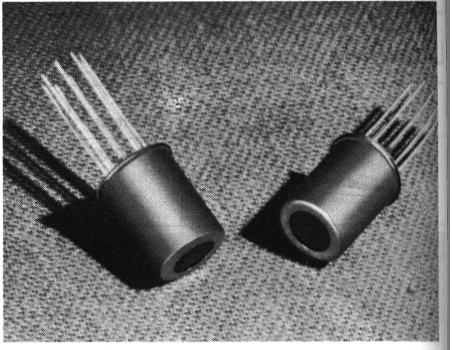
SENSEUR OPTIQUE A REFLEXION DE HAUTE RESOLUTION

HEDS-1000

FICHE TECHNIQUE JANVIER 198

Caractéristiques

- **FOCALISATION DE L'EMETTEUR ET DU RECEPTEUR DANS UN MEME BOITIER**
- **HAUTE RESOLUTION. POINT LUMINEUX : 0,19 mm**
- **VISIBILITE DU POINT LUMINEUX : ⩾ 700 nm**
- **REJECTION DE LA LUMIERE AMBIANTE PAR FILTRE**
- **HERMETICITE DU BOITIER MINIATURE TO-5**
- **SORTIE PAR LA PHOTODIODE ET PAR LE TRANSISTOR**
- **HAUTE FIABILITE**



Description

Le HEDS-1000 est un détecteur intégré de lumière réfléchie. Le module comporte une DEL de 0,178 mm de diamètre émettant dans le spectre visible à 700 nm et un photodétecteur à circuits intégrés. Une lentille asphérique biconvexe focalise les rayons lumineux émis par la diode et reçus par la photodiode à 4,27 mm du plan de base. Le signal réfléchi est directement détecté par la photodiode dont le courant peut ou non être amplifié par un transistor interne utilisé en amplificateur à grand gain.

Applications

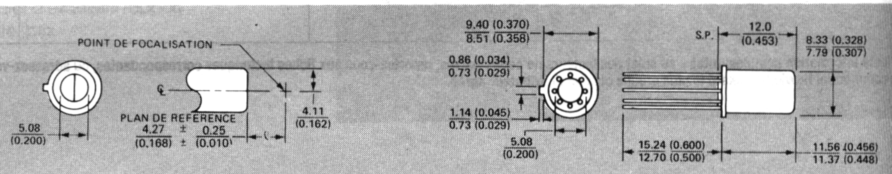
Parmi les applications possibles, citons : la mesure des dimensions d'un objet, la commutation optique, la tachymétrie, le comptage des fils et la détection de défaut dans le domaine textile, la délimitation dimensionnelle, la localisation de lignes, de repères, l'analyse de codes-barres, la détection de bord de papier.

Description mécanique

Le HEDS-1000 est contenu dans un boîtier TO-5 haut, à huit sorties avec une fenêtre en verre. Les puces de l'émetteur de lumière et du photodétecteur sont montées sur un support à la base du boîtier. Une lentille asphérique convexe focalise le faisceau lumineux de chaque élément en un point unique.

Le détecteur peut être solidement fixé au moyen d'un dissipateur thermique en deux parties possédant une fixation par vis sur circuit imprimé.

Dimensions



Notes :
1. Toutes dimensions en millimètres et (pouces).
2. Les cotes sans tolérance sont données à titre indicatif.
3. Le plan de référence est constitué par le dessus du boîtier.
4. Boîtier nickelé et sorties dorées.
5. S.P. : plan de base.
6. Diamètre des sorties = 0,45 mm (0,018") typique.

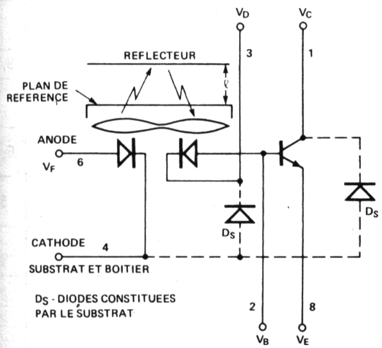
Fonctionnement électrique

La photodiode du détecteur peut être utilisée seule, ou suivie de son transistor amplificateur. Lorsque seule la photodiode est employée, il faut éliminer l'effet de diode constitué par le substrat en reliant la sortie collecteur du transistor au potentiel positif et en court-circuitant sa fonction base-émetteur. La figure 15 donne un montage dans lequel le courant de la photodiode attaque l'entrée inverseuse d'un amplificateur opérationnel. Ce circuit est recommandé pour améliorer le rapport entre le photocourant produit par la lumière incidente et le photocourant parasite en empêchant les diodes constituées par le substrat de fonctionner en photodiode.

La cathode de l'émetteur à 700 nm est reliée mécaniquement et physiquement au substrat et au boîtier. Dans les usages impliquant une modulation ou une commutation de la DEL, la cathode doit être reliée à la masse électrique du système. Ceci permet d'obtenir un couplage capacitif minimal des transitoires de commutation entre les diodes du substrat et la partie amplificateur.

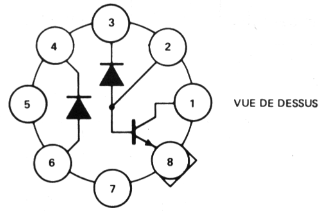
Le détecteur HEDS-1000 comporte, en outre, un transistor NPN qui permet d'amplifier le photocourant de sortie. Une contre réaction au courant (voir figure 6) assure un gain en courant modéré et la stabilité du point de polarisation.

SCHEMA



ATTENTION : Les faibles dimensions de la jonction imposées par la conception de ce coupleur bipolaire accroissent sa sensibilité aux décharges électrostatiques. Il est prudent de prendre les précautions normales habituelles dans la manipulation et le montage de ce composant pour éviter de l'endommager ou de le dégrader par décharges électrostatiques.

BROCHAGE



BROCHE	FONCTION
1	COLLECTEUR-TRANSISTOR
2	BASE TRANSISTOR, ANODE PHOTODIODE
3	CATHODE PHOTODIODE
4	CATHODE DEL, SUBSTRAT, BOITIER
5	NON RACCORDEE
6	ANODE DEL
7	NON RACCORDEE
8	EMETTEUR-TRANSISTOR

Valeurs limites absolues à $T_A = 25°C$

Paramètres	Symboles	Min.	Max.	Unités	Fig.	Notes
Température de stockage	T_S	−40	+75	°C		
Température de fonctionnement	T_A	−20	+70	°C		
Température de soudage à 1,6 mm du plan de base			260 10 s max.	°C		11
Courant direct moyen de la DEL	I_F		50	mA		2
Courant direct crête de la DEL	I_{FPK}		75	mA	1	1
Tension inverse de la DEL	V_R		5	V		
Dissipation du boîtier	P_P		120	mW		3
Courant de sortie du collecteur	I_O		8	mA		
Tension d'alimentation et de sortie	V_D, V_C, V_E	−0,5	20	V		10
Courant de base du transistor	I_B		5	mA		
Tension base-émetteur du transistor	V_{EB}		5	V		

Caractéristiques électriques et optiques du système à $T_A = 25^\circ C$

Paramètres	Symboles	Min.	Typ.	Max.	Unités	Conditions de mesure		Fig.	Notes
Photocourant total ($I_{PR} + I_{PS}$)	I_P	 100 50	 180	375 250	nA	$T_A = 20^\circ C$ $T_A = 25^\circ C$ $T_A = 70^\circ C$	$I_F = 35$ mA, $V_D = V_C = 5$ V	 2, 3 15	4
Rapport entre le photocourant réfléchi et le photocourant parasite interne	$\frac{I_{PR}}{I_{PS}}$	4	8,5			$I_F = 35$ mA, $V_C = V_D = 5$ V		3	
Rapport de transfert du courant cc du transistor en statique	h_{FE}	50 100	 200			$T_A = -20^\circ C$ $T_A = 25^\circ C$	$V_{CE} = 5$ V, $I_C = 10\ \mu A$	4, 5	
Vitesse de transition			0,08		V/µs	$R_L = 100$ K, $I_{PK} = 50$ mA $R_F = 10$ M, $t_{ON} = 100\ \mu s$, Fréq. = 1 kHz		6	
Diamètre de l'image	d		0,17		mm	$I_F = 35$ mA, $\ell = 4{,}27$ mm		8,10	8,9
Distance de focalisation	ℓ	4,02	4,27	4,52	mm	Mesuré à partir du plan de référence		9	
Fonction transfert à 50% de modulation	MTF		2,5		I_{npr}/mm	$I_F = 35$ mA, $\ell = 4{,}27$ mm		10,11	5,7
Profondeur de champs	$\Delta\ell$ FWHM		1,2		mm	50% de I_P à $\ell = 4{,}27$ mm		8	5
Ouverture numérique réelle	N.A.		0,3						
Emplacement de l'image	D		0,51		mm	ϕ de référence par rapport à l'axe, $\ell = 4{,}27$ mm			6
Résistance therm.	Θ_{JC}		85		°C/W				

Caractéristiques électriques et optiques du détecteur à $T_A = 25^\circ C$

Paramètres	Symboles	Min.	Typ.	Max.	Unités	Conditions de mesure		Fig.	Notes
Courant d'obscurité	I_{PD}		5	120 10	pA nA	$T_A = 25^\circ C$ $T_A = 70^\circ C$	$I_F = 0$, $V_D = 5$ V Réflexion = 0%		
Capacité	C_D		45		pF	$V_D = 0$ V, $I_P = 0$, f = 1 MHz			
Sensibilité au flux	R_ϕ		0,22		A/W	$\lambda = 700$ nm, $V_D = 5$ V		12	
Surface sensible	A_D		0,160		mm²	Carré de 0,4 mm de côté			

Caractéristiques électriques et optiques de l'émetteur à $T_A = 25^\circ C$

Paramètres	Symboles	Min.	Typ.	Max.	Unités	Conditions de mesure	Fig.	Notes
Tension directe	V_F		1,6	1,8	V	$I_F = 35$ mA	13	
Tension inverse	B_{VR}	5			V	$I_R = 100\ \mu A$		
Energie rayonnée	ϕ_E	5	9		µW	$I_F = 35$ mA, $\lambda = 700$ nm	14	
Longueur d'onde crête	λ_P	680	700	720	nm	$I_F = 35$ mA	14	
Résistance therm.	Θ_{JC}		150		°C/W			
Coefficient de température de V_F	$\Delta V_F/\Delta T$		−1,2		mV/°C	$I_F = 35$ mA		

Caractéristiques électriques du transistor à $T_A = 25°C$

Paramètres	Symboles	Min.	Typ.	Max.	Unités	Conditions de mesure	Fig.	Notes
Fuite collecteur-émetteur	I_{CEO}		1		pA	$V_{CE} = 5$ V		
Tension base-émet.	V_{BE}		0,6		V	$I_C = 10\ \mu A$, $I_B = 70$ nA		
Tension saturation collecteur-émetteur	$V_{CE}(SAT)$		0,4		V	$I_B = 1\ \mu A$, $I_E = 10\ \mu A$		
Capacité base-collecteur	C_{CB}		0,3		pF	f = 1 MHz, $V_{CB} = 5$ V		
Capacité base-émet.	C_{BE}		0,4		pF	f = 1 MHz, $V_{BE} = 0$ V		
Résistance therm.	Θ_{JC}		200		°C/W			

Notes :

1. Impulsions de 300 µs, fréquence 1 kHz.
2. Réduire linéairement le courant moyen maximal de 6 mA/°C au-dessus de 65°C.
3. Sans dissipateur thermique, réduire la puissance moyenne maximale de 12 mW/°C au-dessus de 65°C.
4. Mesuré à partir d'un réflecteur recouvert d'une peinture réfléchissante blanche à 99% (Kodak 6080), placé à 4,27 mm du plan de référence.
5. Réponse crête à crête sur une succession de barres noires et blanches.
6. Le centre de l'image se situe à l'intérieur d'un cercle de ϕ D, ayant pour centre l'axe du boîtier. Une deuxième image de l'émetteur (à travers la lentille du détecteur) est visible également. Cette image n'affecte pas le fonctionnement.
7. Mesure réalisée avec lentilles parallèles à la transition noir-blanc.
8. La dimension de l'image est définie par la distance correspondant à une référence comprise entre 10 et 90% lorsque le détecteur se déplace devant une transition noir-blanc (sans gris).
9. (+) indique un accroissement de la distance entre réflecteur et plan de référence.
10. Toutes tensions mesurées par rapport à la broche 4.
11. ATTENTION : Les caractéristiques thermiques de la lentille acrylique ne permettent pas la soudure à la vague classique. Le préchauffage, la température de nettoyage des sorties et le temps d'immersion risquent de provoquer des contraintes et la déformation de la lentille.

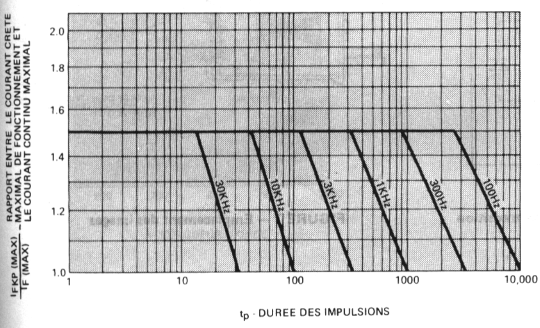


FIGURE 1 — Courant crête total admissible en fonction de la durée des impulsions

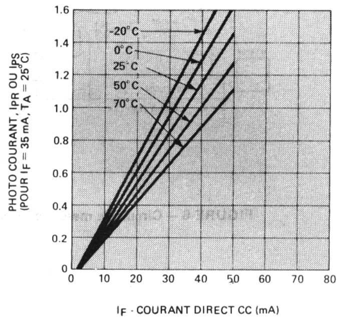
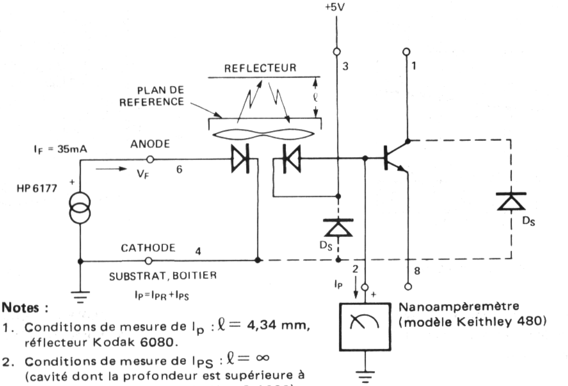


FIGURE 2 — Photocourant total relatif en fonction du courant direct de la DEL (cc)



Notes :

1. Conditions de mesure de I_p : $\ell = 4{,}34$ mm, réflecteur Kodak 6080.
2. Conditions de mesure de I_{PS} : $\ell = \infty$ (cavité dont la profondeur est supérieure à la profondeur du champ du HEDS-1000).

FIGURE 3 — Circuit d'essais de I_p

LECTEURS DE CODES-BARRES

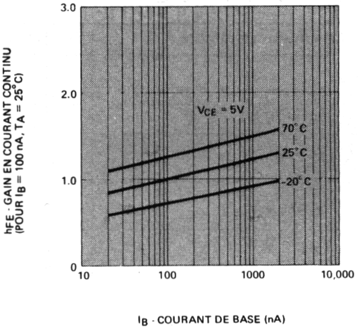


FIGURE 4 — Gain normalisé en courant continu du transistor en fonction du courant de base et de la température

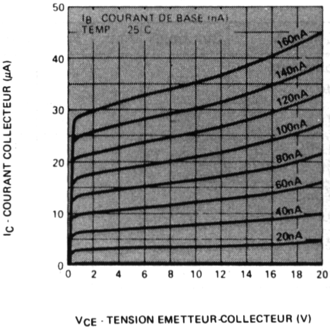


FIGURE 5 — Caractéristiques en commun émetteur-collecteur

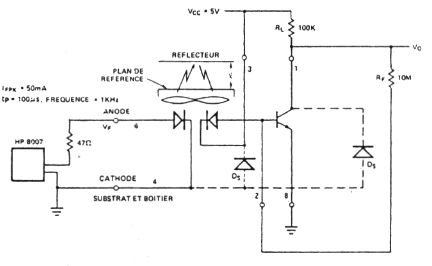


FIGURE 6 — Circuit de mesure de la vitesse de transition

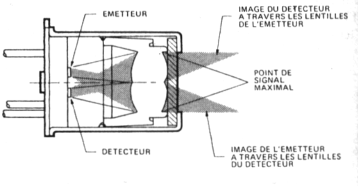


FIGURE 7 — Emplacement des images

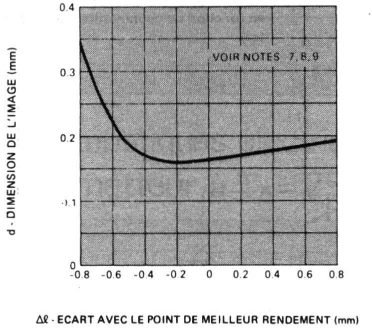


FIGURE 8 — Dimension de l'image en fonction de l'écart avec le point de meilleur rendement

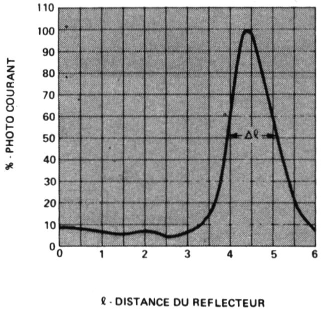


FIGURE 9 — Courant de photodiode en fonction de la distance du réflecteur

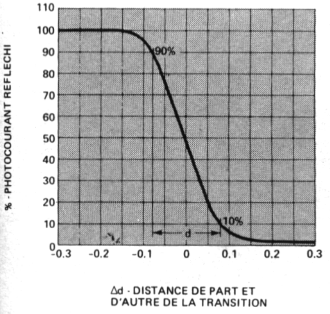


FIGURE 10 — Réponse à une transition noir-blanc

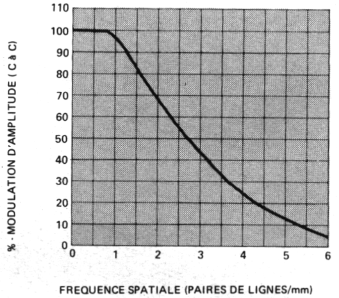


FIGURE 11 — Fonction transfert de modulation

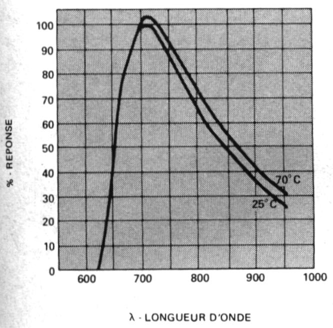


FIGURE 12 — Réponse spectrale du détecteur

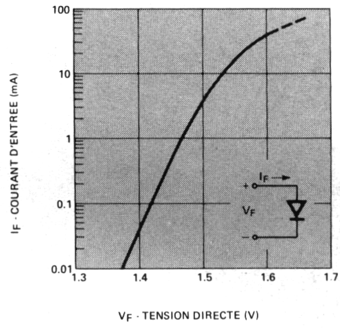


FIGURE 13 — Courant direct de la DEL en fonction de la tension directe

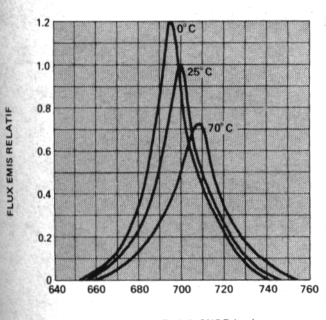


FIGURE 14 — Flux lumineux relatif en fonction de la longueur d'onde

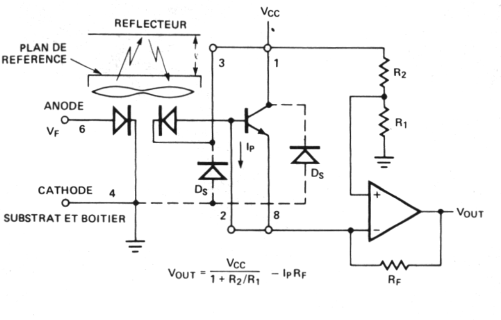
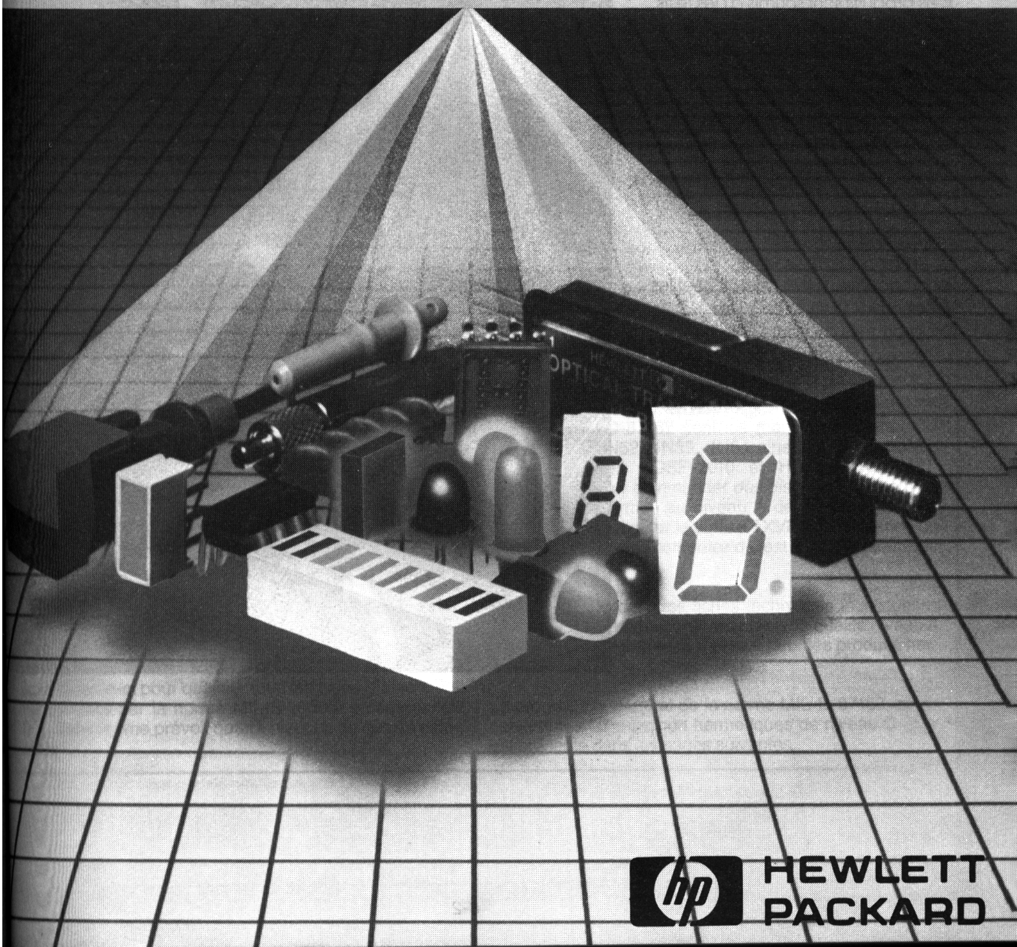


FIGURE 15 — Interconnexion de la photodiode

LECTEURS DE CODES-BARRES

8. Haute fiabilité

- Programmes de test
- Guide de sélection



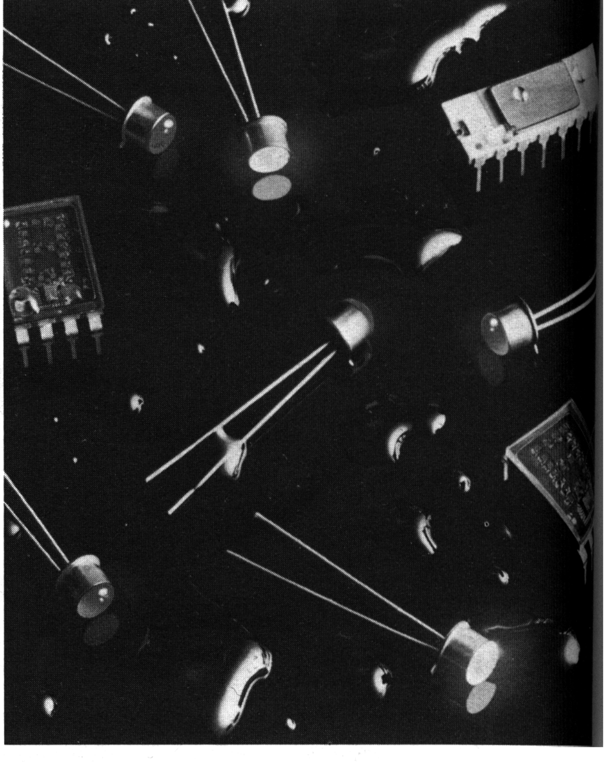
HEWLETT PACKARD

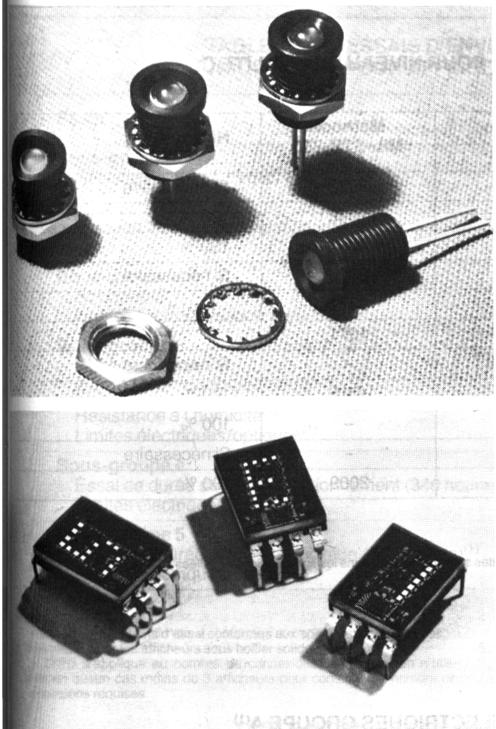
Haute fiabilité

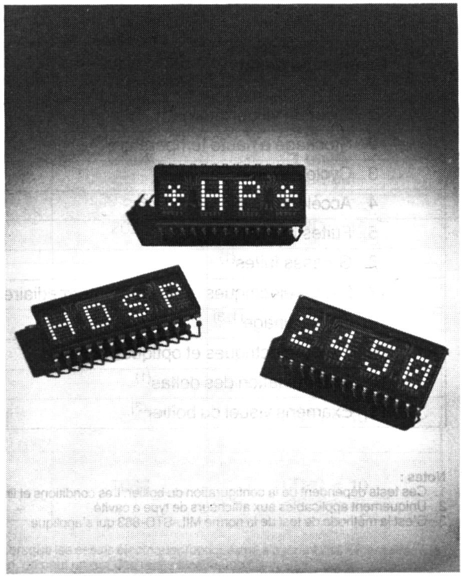
Depuis 1968, Hewlett-Packard fournit des produits ayant été soumis à des tests de sélection en fiabilité très poussés, à différents organismes (industrie, armée, aérospatiale) travaillant sur des équipements (applications) ultra-sophistiqués. Pour atteindre la fiabilité requise, les produits doivent supporter des contraintes extrêmement sévères sans dommage. Nous avons atteint cet objectif en réalisant une série de produits hermétiques incluant des DEL, des afficheurs et des photocoupleurs, qui ont fait leurs preuves sur le marché international dans de nombreuses applications concernant l'aérospatiale et certains programmes de défense. Ces produits sont soumis à des tests de fiabilité et de qualification en fonction de spécifications telles que celles des normes MIL-S-19500, MIL-S-38510 et MIL-D-87157. HP fournit des afficheurs à DEL en qualification JAN et JANTX, un photocoupleur conforme à un schéma DESC ; HP dispose également de programmes de haute fiabilité équivalents aux normes militaires, pour les photocoupleurs (MIL-M-38510) et les afficheurs (MIL-D-87157). Des programmes de haute fiabilité propres à nos clients peuvent aussi s'appliquer aux produits pour lesquels ils en feraient la demande.

Certains de ces programmes, extrêmement complexes et contraignants, peuvent inclure la classe S pour les micro-circuits. Les produits HP en boîtiers époxy sont prévus pour avoir une longue durée de vie lorsque des équipements sans spécifications particulières admettent leur emploi. Comme pour les produits hermétiques, la qualité des produits à enrobage époxy peut être améliorée par un test à 100 % et par un déverminage. La qualité d'un lot peut être confirmée par des tests de recette.

On utilise la norme MIL-D-87157 pour définir les exigences militaires imposées aux voyants et aux afficheurs à DEL en plastique. Tous les contrôles de qualité sont réalisés par des techniciens HP expérimentés, utilisant tous les moyens requis agréés par la DESC pour les produits JAN ou par l'utilisateur pour ses programmes particuliers. L'environnement des équipements et les méthodes de contrôle du laboratoire d'essai répondent aux spécifications MIL-STD-750 ou MIL-STD-883.







Examen visuel de qualification des produits

On utilise à l'heure actuelle deux normes militaires pour qualifier nos voyants et afficheurs. La norme MIL-S-19500 définit les programmes de test standard JAN et JANTX pour les DEL hermétiques. Quatre modèles de DEL sont actuellement retenus sur la liste QPL, produits qualifiés de la norme MIL-S-19500. Vous trouverez les caractéristiques détaillées et la description de ces dispositifs sur des fiches techniques individuelles, ainsi que des informations complémentaires au chapitre "DEL" du présent catalogue.

1N5765	MIL-S-19500/467	Rouge standard
1N6092	MIL-S-19500/519	Rouge haut rendement
1N6093	MIL-S-19500/520	Jaune
1N6094	MIL-S-19500/521	Verte

La seconde norme militaire régissant la qualification des produits visibles porte la référence MIL-D-87157. Datée du 26 Août 1981, cette spécification générale concerne les afficheurs à DEL à semi-conducteurs. On peut se servir de celle-ci pour qualifier tous les types d'afficheurs non couverts par la norme MIL-S-19500, y compris les DEL. Cette norme prévoit quatre niveaux de qualité différentes :

Niveau A	Afficheurs hermétiques avec test à 100 %
Niveau B	Afficheurs hermétiques sans test à 100 %
Niveau C	Afficheurs non hermétiques avec test à 100 %
Niveau D	Afficheurs non hermétiques sans test à 100 %

Les afficheurs conformes aux exigences d'herméticité de la norme MIL-D-87157 sont les modèles à matrice de points 4N51, 4N52, 4N53, 4N54 ainsi que les modèles alphanumériques HDSP-2010 et HDSP-2450, 2451, 2452, 2453. Pour commander des dispositifs de ce type qui soient conformes au niveau A de la norme MIL-D-87157, il suffit d'ajouter le suffixe TXVB à la référence du produit. Si vous vous contentez du test à 100 %, ajoutez le suffixe TXV.

Vous trouverez dans les fiches techniques individuelles suivant le programme général de tests de qualité niveau A le détail des programmes d'essais pour les produits hermétiques.

Le programme général de la norme MIL-D-87157, applicable aux afficheurs non hermétiques de niveau C vous est présenté dans les pages suivantes.

TABLEAU I. TEST A 100 % POUR NIVEAU DE QUALITE C

Examen ou essai	Méthode MIL-STD-750	Niveau C
1. Examen visuel interne[1]	2072	Si nécessaire
2. Stockage à haute température[1]	1032	100 %
3. Cycle de température[1]	1051	100 %
4. Accélération constante[1, 2]	2006	Si nécessaire
5. Fuites fines[1]	1071	–
6. Grosses fuites[1]	1071	–
7. Essais électriques et optiques intermédiaires[1]	–	Si nécessaire
8. Déverminage[1, 3]	1015	100 %
9. Essais électriques et optiques définitifs	–	100 %
10. Détermination des deltas[1]	–	Si nécessaire
11. Examens visuel du boîtier[3]	2009	100 %

Notes :
1. Ces tests dépendent de la configuration du boîtier. Les conditions et limites seront précisées dans les spécifications détaillées, s'il y a lieu.
2. Uniquement applicables aux afficheurs de type à cavité.
3. C'est la méthode de test de la norme MIL-STD-883 qui s'applique.

TABLEAU II. ESSAIS ELECTRIQUES GROUPE A[1]

Sous-groupes	LTPD
Sous-groupe 1 Essais électriques en courant continu à 25 °C	5
Sous-groupe 2 Essais électriques choisis en courant continu à haute température	7
Sous-groupe 3 Essais électriques choisis en courant continu à basse température	7
Sous-groupe 4 Essais électriques dynamiques à $T_A = 25$ °C	5
Sous-groupe 5 Essais électriques dynamiques à haute température	7
Sous-groupe 6 Essais électriques dynamiques à basse température	7
Sous-groupe 7 Essais optiques et fonctionnels à 25 °C	5
Sous-groupe 8 Examen visuel du boîtier	7

Notes :
1. Les paramètres nécessaires aux essais de chaque sous-groupe seront ceux précisés dans les spécifications détaillées applicables.

TABLEAU IIIb. ESSAIS D'ENVIRONNEMENT GROUPE B (UNIQUEMENT POUR AFFICHEURS DE CLASSES C ET D)

Essai	Méthode MIL-STD-750	Plan d'échantillonnage
Sous-groupe 1		
Résistance aux solvants(1)	1022	4 unités/ 0 défaut
Examen visuel interne et mécanique(2, 5)	2014	1 unité/ 0 défaut
Sous-groupe 2(3, 4)		
Soudabilité(1)	2026	LTPD = 15
Limites électriques/optiques(1)		
Sous-groupe 3		
Choc thermique(1) (Cycle de température)	1051	LTPD = 15
Résistance à l'humidité(1)	1021	
Limites électriques/optiques(1)		
Sous-groupe 4		
Essai de durée de vie en fonctionnement (340 heures)(1)	1027	LTPD = 10
Limites électriques/optiques(1)		
Sous-groupe 5		
Essais de durée de vie en stockage (340 heures)(1)	1032	LTPD = 10
Limites électriques/optiques(1)		

Notes :
1. Méthode ou conditions d'essai conformes aux spécifications détaillées.
2. Non requis pour les afficheurs sous boîtier solide.
3. Le LTPD s'applique au nombre de connexions inspectées; on n'utilisera en aucun cas moins de 3 afficheurs pour constituer le nombre de connexions requises.
4. Lorsque les essais électriques/optiques ne s'avèrent pas nécessaires à la fin, on peut utiliser des rejets électriques.
5. C'est la méthode d'essai de la norme MIL-STD-883 qui s'applique.

TABLEAU IVb. ESSAIS PERIODIQUES GROUPE C (UNIQUEMENT POUR AFFICHEURS DE CLASSES C ET D)

Essai	Méthode MIL-STD-750	Plan d'échantillonnage
Sous-groupe 1		
Dimensions	2066	2 unités/ 0 défaut
Sous-groupe 2(1)		
Intégrité des connexions(6)	2004	LTPD = 15
Sous-groupe 3		
Choc(2)	2016	LTPD = 15
Vibrations, fréquence variable(2)	2056	
Accélération constante(2)	2006	
Examen visuel du boîtier(3)	1001 ou 1011	
Limites électriques/optiques(4)		
Sous-groupe 4		
Essai de durée de vie en fonctionnement(4, 5)	1026	$\lambda = 10$
Limites électriques/optiques(4)		
Sous-groupe 5		
Cycle de température (25 cycles minimum)(4)	1051	LTPD = 20
Limites électriques/optiques(4)		

Notes :
1. Lorsque les essais électriques/optiques ne s'avèrent pas nécessaires à la fin, on peut utiliser des rejets électriques.
2. Non requis pour les afficheurs sous boîtier solide.
3. Les examens visuels seront ceux spécifiés dans la norme MIL-STD-883, méthode 1010 ou 1011.
4. Méthode ou conditions d'essais conformes aux spécifications détaillées.
5. Si l'on a déterminé qu'un lot donné, ayant subi les inspections de groupe B, est conforme aux exigences d'inspection du groupe C, on peut poursuivre l'essai de durée de vie (340 heures) sur 1000 heures, pour vérifier la conformité avec les tests de durée de vie du groupe C. Dans ce cas, on utilisera soit les mesures sur 340 heures, pour accepter le lot au titre du groupe B, soit les mesures sur 1000 heures pour accepter le lot aux titres de groupes B et C.
6. C'est la méthode d'essai de la norme MIL-STD-883 qui s'applique.

Qualification des photocoupleurs hermétiques

Les photocoupleurs hermétiques Hewlett-Packard sont des microcircuits hybrides, testés selon les exigences de classe B de la norme MIL-STD-883. Les dispositifs conformes à ces conditions rigoureuses sont les photocoupleurs 4N55, 6N134 et 6N140. Vous trouverez dans les fiches techniques correspondantes des détails complémentaires au sujet des nouvelles conditions d'essai. Toutefois, ces produits sont désormais disponibles avec un programme de test à 100 %, selon la méthode 5004 et des essais de contrôle de qualité conformes à la méthode 5005 de la norme MIL-STD-883 classe B. Les produits conformes aux normes militaires sont les suivants : 4N55/883B, 6N140/883B et 8102801EC (numéro de plan affecté au photocoupleur 6N134 agréé par le DESC). Vous trouverez ci-dessous tous les détails de ce programme d'essai, que vous retrouverez également dans les fiches techniques correspondantes. Ces pièces sont recommandées dans le cas d'applications militaires demandant une haute fiabilité.

Test à 100 %

MIL-STD-883, METHODE 5004 (CLASSE B)

Examen ou essai	Méthode	Conditions
1. Examen visuel interne	2010	Condition B
2. Stockage à haute température	1008	Condition C, T_A = 150 °C, durée = 24 heures minimum
3. Cycle de température	1010	Condition C, − 65 °C à + 150 °C, 10 cycles
4. Accélération constante	2001	Condition A, 5kG, axe Y_1 uniquement
5. Fuites fines	1014	Condition A
6. Grosses fuites	1014	Condition C
7. Essais électriques intermédiaires	–	Groupe A, Sous-groupe 1, sauf $I_{I/O}$ (en option)
8. Déverminage	1015	Condition B, durée = 160 heures minimum 6N134 : T_A = + 125 °C, Vcc = 5,5 V I_F = 13 mA, I_O = 25 mA 6N140 : T_A + 100 °C, Vcc = 18 V, I_F = 5 mA, I_O = 10 mA 4N55 : T_A + 125 °C, Vcc = 5,5 V, I_F = 20 mA, V_{OC} = 3,5 V, R_L = 270 Ω
9. Essais électriques définitifs Essais électriques Essais électriques Essais électriques	–	Groupe A, sous-groupe 1 Groupe A, sous-groupe 2 Groupe A, sous-groupe 3 Groupe A, sous-groupe 9
10. Examen visuel du boîtier	2009	

MIL-STD-883, METHODE 5005 – ESSAI GROUPE A (CLASSE B)

Sous-groupes	LTPD
Sous-groupe 1 Essais statiques à T_A = 25 °C, I_{OH}, BV_R, I_{CCL}, I_{CCH}, CTR, V_F, I_{OH1} et I_{I-O}	5
Sous-groupe 2 Essais statiques à T_A = 125 °C, I_{OH}, BV_R, I_{CCL}, I_{CCH}, CTR, V_F, I_{OH1}	7
Sous-groupe 3 Essais statiques à T_A = − 55 °C, I_{OH}, BV_R, I_{CCL}, I_{CCH}, CTR, V_F, I_{OH1}	7
Sous-groupe 4, 5, 6, 7 et 8 Ces sous-groupes ne s'appliquent pas à ce type de dispositif	
Sous-groupe 9 Essais de commutation à T_A = 25 °C, t_{PLH} et t_{PHL}	7
Sous-groupe 10 Essais de commutation à T_A = 125 °C, t_{PLH} et t_{PHL}	10
Sous-groupe 11 Essais de commutation à T_A = − 55 °C, t_{PLH} et t_{PHL}	10

Essais de qualification et de contrôle qualité

Les essais électriques du groupe A dépendent des produits. Ils sont indiqués dans les fiches techniques correspondantes. Les essais de groupe B sont effectués sur chaque lot fabriqué.

MIL-STD-883, METHODE 5005 – ESSAIS GROUPE B (CLASSE B)

Essai	Méthode	Conditions	LTPD
Sous-groupe 1 Dimensions (non requis si l'on doit effectuer les essais du groupe D)	2016		2 unités/ 0 défaut
Sous-groupe 2 Résistance aux solvants	2015		4 unités/ 0 défaut
Sous-groupe 3 Soudabilité (le LTPD s'applique au nombre de connexions inspectées – on ne devra pas utiliser moins de 3 dispositifs)	2003	Température de soudage de 260 ± 10 °C pendant 10 secondes	15 (3 unités)
Sous-groupe 4 Examen visuel interne et mécanique (peut être effectué avant la fermeture)	2014		1 unité/ 0 défaut
Sous-groupe 5 Résistance de la liaison (1)Thermocompression (effectué avant la fermeture). Le LTPD s'applique au nombre de liaisons vérifiées, sur un minimum de 4 dispositifs.	2011	(1)Condition d'essai D	15 (4 unités)
Sous-groupe 6 Teneur en vapeur d'eau (Non applicable – voir note sur la norme militaire)	-		-
Sous-groupe 7 Fuites fines Grosses fuites (Non applicable – voir note sur la norme militaire)	-		-
Sous-groupe 8* Essai électrique Sensibilité aux décharges électrostatiques Essai électrique	3015	Groupe A, sous-groupe 1 sauf I_{I-O} Groupe A, sous-groupe 1	15

* (Ne devra être effectué qu'au moment de la qualification initiale)

HAUTE FIABILITE

Les essais du groupe C sont effectués périodiquement, tous les trois mois, à partir de la date de fabrication.

MIL-STD-883, METHODE 5005 ESSAIS GROUPE C (CLASSE B)

Essai	Méthode	Conditions	LTPD
Sous-groupe 1 Essai de durée de vie à l'état stable	1005	Condition B, durée = 1000 heures au total 6N134 : T_A = + 125 °C, Vcc = 5,5 V I_F = 13 mA, I_O = 25 mA 6N140 : T_A = + 100 °C, Vcc = 18 V, I_F = 5 mA, I_O = 10 mA 4N55 : T_A = + 125 °C, Vcc = 5,5 V, I_F = 20 mA, V_{OC} = 3,5 V, R_L = 270 Ω	5
Limites électriques après 168 heures et après 504 heures		Groupe A, sous-groupe 1, sauf I_{I-O}	
Limites électriques après 1000 heures		Groupe A, sous-groupe 1	
Sous-groupe 2 Cycle de température	1010	Condition C, − 65 °C à + 150 °C, 10 cycles	15
Accélération constante	2001	Condition A, 5 kG, axe Y_1 uniquement	
Fuites fines	1014	Condition A	
Grosses fuites	1014	Condition C	
Examen visuel du boîtier	1010	Selon les critères visuels de la méthode 1010	
Limites électriques		Groupe A, sous-groupe 1	

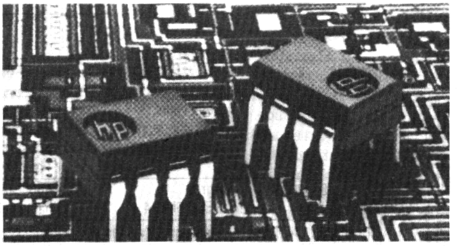
Les essais du groupe D sont effectués périodiquement, tous les six mois à partir de la date de fabrication.

MIL-STD-883, METHODE 5005 – ESSAIS GROUPE D (CLASSE B)

Essai	Méthode	Conditions	LTPD
Sous-groupe 1 Dimensions	2016		15
Sous-groupe 2 Intégrité des connexions	2004	Condition d'essai B2 (fatigue des connexions)	15
Fuites fines	1014	Condition A	
Grosses fuites	1014	Condition C	
Couplage couvercle* * (non applicable, voir note sur le norme militaire)	2024		
Sous-groupe 3 Choc thermique	1011	Condition B (− 55 °C à + 125 °C), 15 cycles min.	15
Cycle de température	1010	Condition C (− 65 °C à + 150 °C), 100 cycles min.	
Résistance à l'humidité	1004		
Fuites fines	1014	Condition A	
Grosses fuites	1014	Condition C	
Examen visuel du boîtier		Selon les critères visuels de la méthode 1004	
Limites électriques		Groupe A, sous-groupe 1	
Sous-groupe 4 Choc mécanique	2002	Condition B, 1500 G, t = 0,5 ms 5 coups dans chaque sens	15
Vibrations, fréquence variable	2007	Condition A	
Accélération constante	2001	Condition A, 5 kG, axe Y_1 uniquement	
Fuites fines	1014	Condition A	
Grosses fuites	1014	Condition C	
Examen visuel	1010	Selon les critères visuels de la méthode 1010	
Limites électriques		Groupe A, sous-groupe 1	
Sous-groupe 5 Atmosphère saline	1009	Condition A min.	15
Fuites fines	1014	Condition A	
Grosses fuites	1014	Condition C	
Examen visuel	1009	Selon les critères visuels de la méthode 1009	
Sous-groupe 6 Teneur en vapeur d'eau (avec exception)	1018		–
Sous-groupe 7 Adhésion du fini des connexions	2025		15

Photocoupleurs en plastique

Hewlett-Packard fabrique des photocoupleurs en plastique, soumis à des essais de haute fiabilité et destinés aux applications commerciales et industrielles exigeant une durée de vie prolongée. Vous trouverez ci-dessous deux des programmes de test et de prévieillissement à 100 % les plus couramment demandés. Le premier programme ne comporte que le déverminage et les essais électriques, le second programme comporte en outre le stockage en température et les cycles de température. Chacun de ces programmes peut être réalisé sur les photocoupleurs HP en plastique. Les essais électriques sont conformes aux conditions et aux limites du catalogue et seront basés sur des paramètres courant continu à 100 %, sur les essais échantillonnés du courant de fuite d'isolement entrée/sortie et sur les paramètres de courant alternatif appropriés. Pour plus de détails sur le prix et la disponibilité de ces programmes, adressez-vous au bureau commercial HP le plus proche.



PHOTOCOUPLEURS EN PLASTIQUE PREVIEILLISSEMENT ET TEST A 100 %

DEVERMINAGE COMMERCIAL**

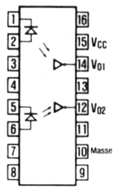
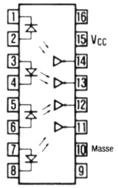
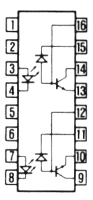
Examen ou essai	Méthodes MIL-STD-883	Conditions
1. Déverminage commercial	1015	T_A = 70 °C, 160 heures par circuit désigné.
2. Essai électrique		Selon les conditions spécifiées et limites minimum/maximum à T_A = 25 °C.

PROGRAMME DE TEST**

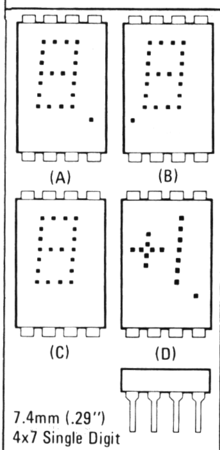
Examen ou essai	Méthodes MIL-STD-883	Conditions
1. Stockage à haute température	1008	24 heures à 125 °C
2. Cycle de température	1010	10 cycles, − 55 °C à + 125 °C
3. Déverminage commercial	1015	T_A = 70 °C, 168 heures par circuit désigné
4. Essai électrique		Selon les conditions spécifiées et limites minimum/maximum à T_A = 25 °C.
5. Examen visuel du boîtier	2009	

** Pour toute information complémentaire adressez-vous au bureau Hewlett-Packard le plus proche, ou à un distributeur agréé.

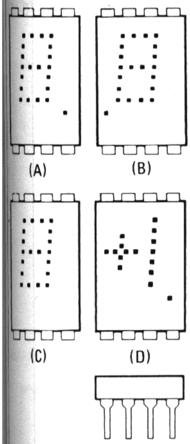
Photocoupleurs hermétiques

Modèle		Description	Applications	Vitesse de transmission typique (NRZ)	Rapport de transfert en courant	Courant d'entrée	Tension d'isolement	Page
	6N134	Deux voies, hermétique, porte logique à couplage optique	Récepteur de ligne, isolement des masses sur systèmes à haute fiabilité	10M bit/s	400% Typ.	10 mA	1500 V cc	5-92
	8102801EC	Agréé DESC 6N134	Applications militaires/ haute fiabilité					5-95
	6N134TXV	Sélection TXV - Testé	8102801EC recommandé pour les nouvelles conceptions					5-92
	6N134TXVB	Sélection TXVB avec essais groupe B						
	6N140	Quadruple photocoupleur faible courant d'entrée et grand gain, hermétique	Récepteur de ligne faible puissance, isolement des masses sur systèmes à haute fiabilité	300k bit/s	300% Min.	0.5 mA	1500 V cc	5-99
	6N140/883B	MIL-STD-883 Composant classe B	Applications militaires/ grande fiabilité					
	6N140TXV	Sélection TXV - Testé haute fiabilité	6N140/883B recommandé pour les nouvelles conceptions					
	6N140TXVB	Sélection TXVB - Testé haute fiabilité avec essais groupe B						
	4N55	Deux voies, hermétique, couplage analogique	Récepteur de ligne faible, isolement des masses sur systèmes analogiq., éléments de rétro-action sur alimentation de puissance à découplage	700k bit/s	7% Min.	16 mA	1500 V cc	5-103
	4N55/883B	MIL-STD-883 Composant classe B	Applications militaires/ grande fiabilité					
	4N55TXV	Sélection TXV - Testé haute fiabilité	Utiliser le 4N55/883B recommandé pour les nouvelles conceptions					
	4N55TXVB	Sélection TXVB - Testé haute fiabilité avec essais groupe B						

Afficheurs à DEL hermétiques à résistance intégrée

Modèle		Description	Boîtier	Applications	Page
	4N51 (5082-7391) 4N51TXV 4N51TXVB (A)	Numérique, point décimal à droite Décod./circ. de comm./mém. intégrés TXV - testé en fiabilité TXVB - testé en fiabilité avec essais groupe B	8 broches dorées hermétique, DIP 15,2 mm (0,6")	• Matériel militaire • Equipements embarqués (terre, air, mer) • Sécurité incendie • Avionique, aérospatiale • Equipements demandant une haute fiabilité	3-13
	4N52 (5082-7392) 4N52TXV 4N52TXVB (B)	Numérique, point décimal à gauche Décod./circ. de comm./mém. intégrés TXV - testé en fiabilité TXVB - testé en fiabilité avec essais groupe B			
	4N54 (5082-7395) 4N54TXV 4N54TXVB (C)	Hexadécimal Décod./circ. de comm./mém. intégrés TXV - testé en fiabilité TXVB - testé en fiabilité avec essais groupe B			
	4N53 (5082-7393) 4N53TXV 4N53TXVB (D)	Indicateur de polarité plus, moins Décod./circ. de comm./mém. intégrés TXV - testé en fiabilité TXVB - testé en fiabilité avec essais groupe B			

Afficheurs à usage militaire ou industriel

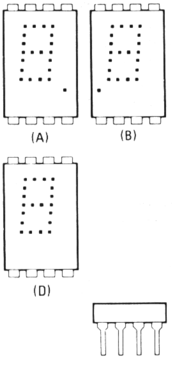


H = 7,4 mm (0,29")
1 seul chiffre
Matrice 4 x 7
Boîtier 8 broches verre/céramique
DIP 15,2 mm (0,6")

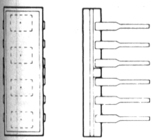
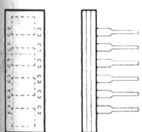
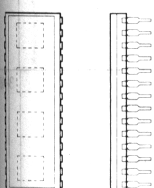
Modèle	Description	Couleur	Applications	Page
5082-7356 (A)	Numérique, point décimal à droite Décod./circ. de comm./mém. intégrés	Rouge standard	• Instrumentation médicale • Equipements de surveillance de processus industriel • Ordinateurs • Tout équipement nécessitant des circuits intégrés verre/céramique • Applications exigeant une haute fiabilité	3-131
5082-7357 (B)	Numérique, point décimal à gauche Décod./circ. de comm./mém. intégrés			
5082-7359 (C)	Hexadécimal Décod./circ. de comm./mém. intégrés			
5082-7358 (D)	Indicateur de polarité plus/moins			
HDSP-0760 (A)	Numérique, point décimal à droite Décod./circ. de comm./mém. intégrés	Rouge haut rendement Faible consommation	• Matériel militaire • Equipement de support au sol • Avionique • Applications exigeant une haute fiabilité	3-144
HDSP-0761 (B)	Numérique, point décimal à gauche Décod./circ. de comm./mém. intégrés			
HDSP-0762 (C)	Hexadécimal Décod./circ. de comm./mém. intégrés			
HDSP-0763 (D)	Dépassement ± 1			
HDSP-0770 (A)	Numérique, point décimal à droite Décod./circ. de comm./mém. intégrés	Rouge haut rendement ultra-lumineux	• Systèmes fonctionnant sous fort éclairage ambiant • Tableaux de bord, aviation, marine • Applications exigeant une haute fiabilité	
HDSP-0771 (B)	Numérique, point décimal à gauche Décod./circ. de comm./mém. intégrés			
HDSP-0772 (C)	Hexadécimal Décod./circ. de comm./mém. intégrés			
HDSP-0763 (D)	Dépassement ± 1			
HDSP-0860 (A)	Numérique, point décimal à droite Décod./circ. de comm./mém. intégrés	Jaune	• Machines de gestion • Sécurité incendie • Matériel militaire • Applications exigeant une haute fiabilité	
HDSP-0861 (B)	Numérique, point décimal à gauche Décod./circ. de comm./mém. intégrés			
HDSP-0862 (C)	Hexadécimal Décod./circ. de comm./mém. intégrés			
HDSP-0863 (D)	Dépassement ± 1			
HDSP-0960 (A)	Numérique, point décimal à droite Décod./circ. de comm./mém. intégrés	Vert	• Machines de gestion • Sécurité incendie • Matériel militaire • Applications exigeant une haute fiabilité	
HDSP-0961 (B)	Numérique, point décimal à gauche Décod./circ. de comm./mém. intégrés			
HDSP-0962 (C)	Hexadécimal Décod./circ. de comm./mém. intégrés			
HDSP-0963 (D)	Dépassement ± 1			

HAUTE FIABILITE

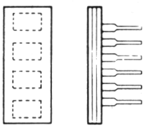
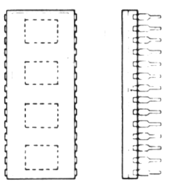
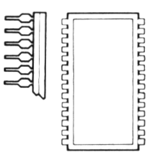
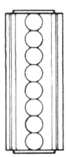
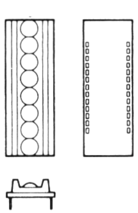
Afficheurs à usage militaire ou industriel (suite)

Modèle		Description	Couleur	Applications	Page
 H = 7,4 mm (0,29") 1 seul chiffre Matrice 4 x 7	HDSP-0781 HDSP-0781 TXV HDSP-0781 TXVB	Numérique, point décimal à droite Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés	Rouge haut rendement Faible consommation	• Equipements embarqués (terre, air, mer) • Sécurité incendie • Aérospatiale • Autres applications exigeant une haute fiabilité	3-15
	HDSP-0782 HDSP-0782 TXV HDSP-0782 TXVB	Numérique, point décimal à gauche Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés			
	HDSP-0783 HDSP-0783 TXV HDSP-0783 TXVB	Dépassement ± 1			
	HDSP-0784 HDSP-0784 TXV HDSP-0784 TXVB	Hexadécimal Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés			
	HDSP-0791 HDSP-0791 TXV HDSP-0791 TXVB	Numérique, point décimal à droite Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés	Rouge haut rendement Ultra- lumineux	• Equipements embarqués (terre, air, mer) • Sécurité incendie • Aérospatiale • Autres applications exigeant une haute fiabilité	
	HDSP-0792 HDSP-0792 TXV HDSP-0792 TXVB	Numérique, point décimal à gauche Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés			
	HDSP-0793 HDSP-0793 TXV HDSP-0793 TXVB	Dépassement ± 1			
	HDSP-0794 HDSP-0794 TXV HDSP-0794 TXVB	Hexadécimal Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés			
	HDSP-0881 HDSP-0881 TXV HDSP-0881 TXVB	Numérique, point décimal à droite Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés	Jaune	• Equipements embarqués (terre, air, mer) • Sécurité incendie • Aérospatiale • Autres applications exigeant une haute fiabilité	
	HDSP-0882 HDSP-0882 TXV HDSP-0782 TXVB	Numérique, point décimal à gauche Décodeur/circuit de commande/ mémoire intégrés			

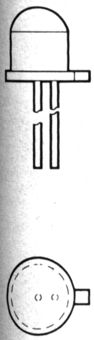
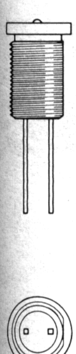
Afficheurs alphanumériques à DEL

Device		Description	Couleur	Applications	Page
	HDSP-2000	Quatre caractères alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 3,7 mm (0,15''), 12 broches, céramique, DIP 7,62 mm (0,3''), lentille non teintée	Rouge	• Terminaux d'ordinateur • Machines de gestion • Instrumentation médicale • Equipements de télécommunications, entrée et sortie de données, mobiles et portables. Pour toute information complémentaire, consulter la note d'applications 1016.	3-14
	HDSP-2001		Jaune		
	HDSP-2002		Rouge haut rendement		
	HDSP-2003		Vert hautes performances		
	HDSP-2010	Plage de température étendue à – 40 °C. Quatre caractères alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 3,7 mm (0,15'')	Rouge, filtre de contraste rouge	• Application haute fiabilité avec gamme de température étendue • Avionique • Terminaux Pour toute information complémentaire, consulter la note d'applications 1016.	3-18
	HDSP-2010 TXV	Testé en qualité (TXV)			
	HDSP-2010 TXVB	Testé en qualité (TXVB)			
	HDSP-2300	Quatre caractères alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 4,87 mm (0,19''), 12 broches, céramique, DIP 6,35 mm (0,25'') faible puissance	Rouge	• Equipements médicaux • Surveillance de processus industriels • Périphériques et terminaux d'ordinateurs • Avionique • Equipements embarqués, (terre, air, mer)	3-24
	HDSP-2301		Jaune ultra-lumineux		
	HDSP-2302		Rouge haut rendement ultra-lumineux		
	HDSP-2303		Vert hautes performances ultra-lumineux		
	HDSP-2450	Hermétique, plage de température étendue à – 55 °C. Quatre caractères alphanumériques, matrice 5 x 7 H = 6,9 mm (0,27'') 28 broches, céramique DIP 15,24 mm (0,6'')	Rouge	• Matériel militaire • Matériels industriels exigeant une haute fiabilité	3-41
	HDSP-2450 TXV		Testé en qualité (TXV) haute fiabilité		
	HDSP-2450 TXVB		Testé en qualité (TXV) niveau A MIL-D-87157		
	HDSP-2451		Jaune		
	HDSP-2451 TXV		Testé en qualité (TXV) haute fiabilité		
	HDSP-2451 TXVB		Testé en qualité (TXVB) niveau A MIL-D-87157		
	HDSP-2452		Rouge haut rendement		
	HDSP-2452 TXV		Testé en qualité (TXV) haute fiabilité		
	HDSP-2452 TXVB		Testé en qualité (TXVB) niveau A MIL-D-87157		

Afficheurs alphanumériques à DEL (suite)

Modèle		Description	Couleur	Applications	Pa
	HDSP-2310	Hermétique, plage de température étendue à – 40 °C Alphanumérique, matrice 5 x 7, H = 5 mm (0,20'') 12 broches, céramique,	Rouge standard	• Matériel militaire • Avionique • Matériels industriels exigeant une haute fiabilité	3-3
	HDSP-2310 TXV		Testé en qualité (TXV) haute fiabilité		
	HDSP-2310 TXVB		Testé en qualité (TXVB) haute fiabilité niveau A MIL-D-87157		
	HDSP-2311		Jaune		
	HDSP-2311 TXV		Testé en qualité (TXV) haute fiabilité		
	HDSP-2311 TXVB		Testé en qualité (TXVB) haute fiabilité niveau A MIL-D-87157		
	HDSP-2312		Rouge haut rendement		
	HDSP-2312 TXV		Testé en qualité (TXV) haute fiabilité		
	HDSP-2312 TXVB		Testé en qualité (TXVB) haute fiabilité niveau A MIL-D-87157		
	HDSP-2490	Quatre caractères alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 6,9 mm (0,27'') 28 broches, céramique, DIP 15,24 mm (0,6'')	Rouge	• Unités de secours mobiles pour ordinateurs • Systèmes fonctionnant sous fort éclairage ambiant Pour toute information complémentaire, consulter la note d'applications 1016	3-3
	HDSP-2491		Jaune ultra-lumineux		
	HDSP-2492		Rouge haut rendement ultra-lumineux		
	HDSP-2493		Vert hautes performances ultra-lumineux		
	5082-7100	Trois caractères alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 6,9 mm (0,27'') 22 broches, céramique, DIP 15,2 mm (0,6'')	Lentille non teintée rouge	Usage général : • Machines de gestion • Calculateurs • Ecrans • Applications exigeant une haute fiabilité Pour toute information complémentaire, demander la note d'applications 931	3-4
	5082-7101	Quatre caractères alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 6,9 mm (0,27'') 28 broches, céramique, DIP 15,2 mm (0,6'')			
	5082-7102	Cinq caractères alphanumériques, matrice 5 x 7, H = 6,9 mm (0,27'') 36 broches, céramique, DIP 15,2 mm (0,6'')			
	HDSP-6504	Quatre caractères alphanumériques, 16 segments H = 3,8 mm (0,15'') 22 broches DIP 15,2 mm (0,6'')	Rouge	• Terminaux d'ordinateur • Instruments portables • Matériel de surveillance en usine • Matériel de diagnostic	3-5
	HDSP-6508	Huit caractères alphanumériques, 16 segments H = 3,8 mm (0,15'') 26 broches DIP 15,2 mm (0,6'')			
	HDSP-6300	Huit caractères alphanumériques, 16 segments H = 3,56 mm (0,14'') 22 broches DIP 15,2 mm (0,6'')	Rouge	• Terminaux et périphériques d'ordinateurs • Unités de secours mobiles pour ordinateurs • Tableaux de bord sur véhicules automobiles • Calculateurs de bureau • Appareils portables Pour toute information complémentaire, demander la note d'applications 931	3-5

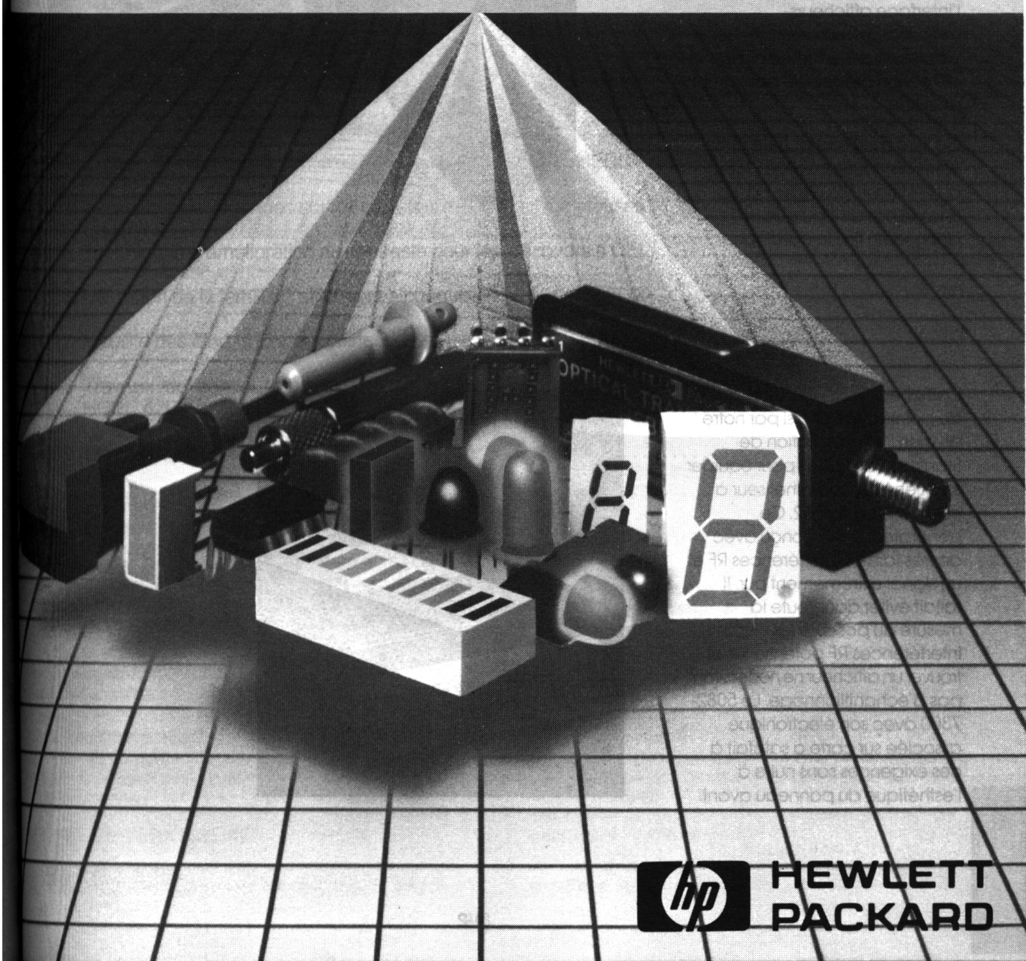
DEL hermétiques haute fiabilité

Modèle		Description			Intensité lumineuse typique	2Θ 1/2[1]	Tension directe typique	Page
Dessin du boîtier	Référence	Couleur[2]	Boîtier	Lentille				
	1N5765 JAN1N5765[4] JANTX1N5765[4]	Rouge (640 nm)	Hermétique T0-46[3]	Rouge diffusante	0.5 mcd @ 20 mA	70°	1.6 V @ 20 mA	1-64
	1N6092 JAN1N6092[4] JANTX1N6092[4]	Rouge haut rendement 626 nm)			1.0 mcd @ 20 mA		2.0 V @ 20 mA	
	1N6093 JAN1N6093[4] JANTX1N6093[4]	Jaune (585 nm)		Jaune diffusante				
	1N6094 JAN1N6094[4] JANTX1N6094[4]	Vert (572 nm)		Verte diffusante	0.8 mcd @ 25 mA		2.1 V @ 20 mA	
	5082-4787 HLMP-0930 HLMP-0931	Rouge (640 nm)	A monter sur panneau	Rouge diffusante	0.5 mcd @ 20 mA		1.6 V @ 20 mA	
	5082-4687 M19500/519-01[4] M19500/519-02[4]	Rouge haut rendement (626 nm)			1.0 mcd @ 20 mA		2.0 V @ 20 mA	
	5082-4587 M19500/520-01[4] M19500/520-02[4]	Jaune (585 nm)		Jaune diffusante				
	5082-4987 M19500/521-01[4] M19500/521-02[4]	Vert (572 nm)		Verte diffusante	0.8 mcd @ 25 mA		2.1 V @ 20 mA	

NOTES:
1. Θ1/2 est l'angle pour lequel l'intensité lumineuse est la moitié de celle sur l'axe principal.
2. Longueur d'onde dominante.
3. Montable sur carte de circuits imprimés.
4. Qualification et approbation pour toutes applications militaires de haute fiabilité.

9. Applications

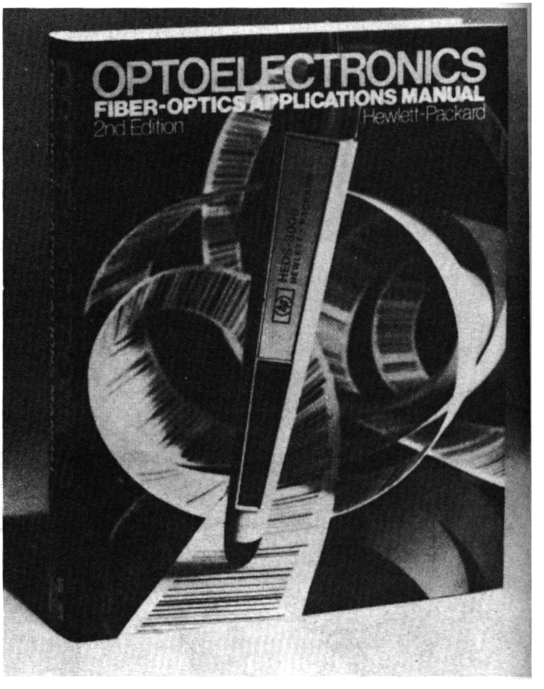
- Manuel d'applications optoélectroniques
- Résumé des notes et bulletins d'applications non traduits
- Notes et bulletins d'applications (version intégrale en français)



HEWLETT PACKARD

Applications

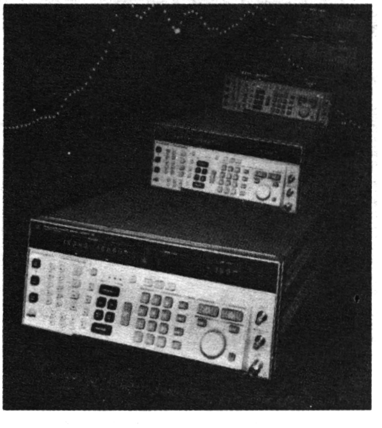
Manuel d'applications optoélectroniques (HPBK-2000, en anglais).



Publié pour la première fois en 1977 par Mc Graw-Hill, ce manuel vient d'être réédité et considérablement augmenté. Cette dernière édition fournit les renseignements les plus nouveaux sur les applications de l'optoélectronique. Les chapitres originaux concernant les DEL, les afficheurs, les photocoupleurs sont maintenant accompagnés de chapitres concernant les fibres optiques, l'utilisation des photocoupleurs dans l'industrie, l'éclairement par transparence, l'interface afficheurs-microprocesseurs, les afficheurs visibles sous très fort éclairage et la détection précise de position par réflexion.

Ce livre peut être acheté chez votre distributeur agréé HP ou aux éditions Mc Graw-Hill. La liste de nos distributeurs est donnée en fin de catalogue.

L'afficheur 5082-7300 à matrice de points a été choisi par notre division instrumentation de Stanford Park (USA) pour équiper son générateur-synthétiseur à très faible bruit 8662. Ce générateur a été conçu avec de très faibles interférences RF et un signal extrêmement pur. Il fallait éviter dans toute la mesure du possible les interférences RF potentielles et trouver un afficheur ne nécessitant pas d'échantillonnage. Le 5082-7300 avec son électronique associée sur carte a satisfait à ces exigences sans nuire à l'esthétique du panneau avant.



Notes et Bulletins d'Applications

Résumés des notes et bulletins d'applications non traduits

BULLETIN D'APPLICATIONS 1 (en anglais)
Construction and Performance of High Efficiency Red, Yellow and Green Materials
(réalisation et performances des DEL rouges haut rendement, jaunes et vertes)

La très haute luminosité des diodes électroluminescentes Hewlett-Packard rouges haut rendement, jaunes et vertes résulte de l'emploi d'un matériau nouveau utilisant un substrat au GaP transparent. Les performances de ce matériau sont ensuite comparées à celles des GaAsP et GaP des DEL rouges standard.

BULLETIN D'APPLICATIONS 4 (en anglais)
Detection and Indication of Segment Failures in Seven Segment LED Displays)
(détection et repérage des ou du segment défectueux sur un afficheur à DEL sept segments)

L'affichage d'indications erronées dues à un segment défectueux peut avoir de sérieuses conséquences. Ce bulletin donne trois méthodes de détection de panne et la manière d'indiquer cette défectuosité.

BULLETIN D'APPLICATIONS 54 (en anglais)
Mechanical Handling of Subminiature LED Lamps and Arrays – The Need for Careful Mechanical Handling
(précautions à prendre dans la manipulation et le montage des DEL et échelles lumineuses ultra-miniaturisées)

Hewlett-Packard fabrique des DEL et échelles lumineuses en boîtiers ultra-miniaturisés. Ces DEL ont des performances équivalentes aux autres types de DEL mais sont mécaniquement beaucoup plus fragiles. Leurs qualités ne peuvent être conservées que si elles sont manipulées et soudées en prenant quelques précautions très importantes.

Le présent bulletin indique toutes ces précautions en insistant particulièrement sur la fragilité du boîtier qui ne doit subir aucune contrainte tant mécanique que thermique.

NOTE D'APPLICATIONS 934 (en anglais)
5082-7300 Series Solid State Display Installation Techniques
(utilisation des afficheurs à semi-conducteurs de la série 5082-7300)

Les afficheurs hexadécimaux de la série 5082-7300 donnent la solution d'un grand nombre de problèmes d'affichage dans les applications commerciales, industrielles ou militaires. Chaque boîtier comporte les éléments de visualisation (DEL) et leur électronique de commande : ceci permet un gain de place, une réduction du nombre de sorties, une diminution de prix ainsi qu'une amélioration notable de la fiabilité. Les informations contenues dans cette note décrivent les méthodes générables d'incorporation des 5082-7300 dans diverses applications.

NOTE D'APPLICATIONS 939 (en anglais)
High Speed Optocouplers
(photocoupleurs à grande vitesse)

Les concepteurs de circuits sont souvent confrontés à des problèmes d'isolement entre circuits pour éliminer les boucles de masse ou les signaux indésirables en mode commun : les éléments courants utilisés pour résoudre ces problèmes sont les relais, les transformateurs et les récepteurs de ligne. Ces éléments présentent des limites les relais et transformateurs ont des vitesses de transmission très faibles et incompatibles avec celle des circuits logiques modernes, les récepteurs de ligne ont une vitesse correcte mais sont limités à une tension de mode commun de 3 V, de plus ils ne protègent pas correctement contre les boucles de masse. Les photocoupleurs dont on dispose à l'heure actuelle résolvent la plupart de ces problèmes. La présente note d'applications décrit les photocoupleurs Hewlett-Packard à grande vitesse et traite de leurs applications dans les circuits numériques et analogiques.

NOTE D'APPLICATIONS 945 (en anglais)
Photometry of Red LEDs
(photométrie des DEL rouges)

Les DEL sont presque exclusivement utilisées comme voyants ou comme partie intégrante d'un afficheur à segments ou à matrices de points. Elles sont vues directement par l'œil donc jugées subjectivement par l'observateur. Les appareils destinés à la mesure de la lumière qu'elles émettent devront donc simuler la vision humaine.

Cette note d'applications répond aux questions suivantes:

- Que mesurer? (définition des termes)
- Comment mesurer? (montage à réaliser)
- Quels appareils utiliser? (critères de choix).

NOTE D'APPLICATIONS 947 (en anglais)
Digital Data Transmission Using Optically Coupled Isolators
(transmission de données numériques par photocoupleurs)

Les photocoupleurs constituent d'excellents récepteurs de ligne pour la transmission de données numériques. Ils sont particulièrement recommandés pour éliminer les interférences en mode commun entre deux systèmes de transmission de données isolés. Cette note insiste sur certaines considérations dont il faut tenir compte dans l'étude et la conception des circuits, en particulier, quant au choix des circuits de commande et des récepteurs de ligne ainsi que des lignes de transmission pour obtenir la meilleure vitesse possible et la meilleure réjection en mode commun. Les méthodes d'adaptation (charges résistives ou actives), les techniques spécifiques de multiplexage, les méthodes d'amélioration de la réjection en mode commun et de la vitesse sont décrites en détail.

Procédé de soudage des DEL Hewlett-Packard montées sur support argenté

INTRODUCTION

Le prix de l'or ayant considérablement augmenté au cours des dernières années, le coût d'un support de montage doré est devenu bien supérieur à celui d'un support argenté. Cette augmentation a eu de grandes répercussions dans le secteur industriel.

Le procédé de revêtement à l'argent ne demande aucune étape supplémentaire de fabrication. L'argent est un excellent conducteur électrique. Le câblage, sur un support argenté, des pattes et connexions de la puce d'une DEL est effectué avec la même fiabilité que sur un support doré. De même, la soudure sur un support de montage argenté garantit l'obtention d'un point de soudure fiable tant sur un plan mécanique qu'électrique. Les dispositifs DEL montés sur support argenté sont soudés, sur une carte de circuits imprimés, tout aussi facilement que des DEL à support doré. Ce bulletin d'applications propose quelques suggestions sur la manière de souder des DEL montées sur support argenté, de fabrication HP.

REVETEMENT A L'ARGENT

Le procédé de revêtement à l'argent se déroule comme suit : le métal composant le support de montage est activé (nettoyé) puis recouvert d'une pré-couche de cuivre épaisse généralement de 1,27 μm (50 micropouces). Une couche d'argent, d'au moins 2,54 μm (100 micropouces) est ensuite déposée. On ajoute habituellement un «agent de brillance» au bain d'argent pour obtenir une texture de surface la meilleure possible. L'expression «agent de brillance» vient du reflet moyennement brillant que présente l'argent déposé.

L'argent étant poreux et absorbant donc l'oxygène, la couche de cuivre intermédiaire empêche l'oxygène d'attaquer l'embase métallique du support de montage. Ainsi, il ne peut y avoir, sous le revêtement d'argent, aucune formation d'oxydes à partir du métal support. La diffusion régulière du cuivre dans l'argent forme une solution eutectique à basse température. L'interdiffusion entre la pré-couche de cuivre et la sur-couche d'argent améliore la soudabilité de tout le revêtement. Lorsque la durée de base du soudage et les limites de température sont respectées, on réalise un système de connexion par dépôt entre le métal du support de montage - le cuivre - l'argent - la soudure.

L'EFFET DE TERNISSEMENT

L'argent réagit chimiquement avec le soufre pour donner un agent de ternissement, le sulfure d'argent (Ag_2S) dont la formation constitue la cause principale d'une mauvaise soudabilité. Cependant, l'intensité du ternissement et le type de flux de soudure utilisé déterminent en réalité la soudabilité. Plus le ternissement devient important, plus le flux doit être actif pour pénétrer et enlever la pellicule de ternissure. Les conditions requises pour l'état des surfaces et l'usage d'un décapant, ainsi que certains flux recommandés, sont évoqués au paragraphe «Soudure, Flux et Décapants».

STOCKAGE ET MANIPULATION

Le meilleur moyen pour garantir la bonne soudabilité d'un support montage argenté est d'empêcher la formation du ternissement, ce qui est aisé en évitant que les conducteurs ne soient exposés au soufre et ses dérivés. Les deux principaux éléments porteurs de soufre sont l'air ambiant et la plupart des articles en papier, comme les sacs en papier et les cartons. Pour éviter le ternissement, le mieux est de conserver les dispositifs montés sur support argenté dans des conditionnements de protection, jusqu'au moment du soudage. Il suffit pour cela de stocker les DEL dans leur seul conditionnement d'origine, telles que HP les aura livrées. Par exemple, HP fournit ses articles de visualisation à 7 segments dans des tubes en plastique placés à l'abri de l'air dans du polyéthylène. Il est préférable de ne pas toucher au polyéthylène durant le stockage et de n'ouvrir qu'avant l'opération de soudage.

Quelques suggestions pour stocker les supports de montage argentés sont énumérées ci-dessous :

1. Conserver les dispositifs dans leur emballage d'origine et ne pas ouvrir avant le soudage.
2. Si une partie seulement des dispositifs d'un tube est utilisée, ré-emballer le tube plastique contenant les éléments non utilisés dans la feuille de polyéthylène d'origine - ou en prendre une nouvelle - afin de les protéger hermétiquement à l'air.
3. Les dispositifs en vrac peuvent être conservés dans des sachets de polyéthylène clos hermétiquement ou par fermeture automatique.
4. Pour un stockage prolongé, placer une ou deux boules de naphtaline à l'intérieur de l'emballage plastique contenant les composants. En s'évaporant, la naphtaline crée une tension de vapeur dans le contenant plastique qui empêche l'air de pénétrer.
5. Afin de limiter la durée de stockage, il est conseillé de recourir à la gestion des stocks pour s'assurer que les

dispositifs reçus en premier seront bien les premiers à être utilisés.

Attention : les adhésifs utilisés sur les bandes collantes par pression, comme la cellophane, le chatterton et le papier-cache, risquent d'imprégner les papiers de protection de l'argent et laisser une pellicule adhésive sur les conducteurs. Cette pellicule réduit la soudabilité et doit être enlevée avant le soudage à l'aide de Fréon T-P35, T-E35 ou un produit équivalent.

SOUDURE, FLUX ET DECAPANTS

La soudure la plus couramment utilisée pour le soudage de composants électroniques dans des cartes de circuits imprimés est le Sn60 (60% d'étain et 40% de plomb) selon la norme fédérale QQ-S-571. Il est également possible d'utiliser la composition eutectique SN63 et la soudure Sn62 avec 2% d'argent.

Etant donné que les conducteurs du composant sont soumis à une soudure à la vague, l'étain de la soudure entraîne l'argent du revêtement pour former l'un des deux alliages argent-étain (Ag6Sn ou Ag3Sn). Cet argent contenu dans la soudure en fusion ne doit pas être considéré comme une impureté. A mesure que la teneur en argent augmente, le taux d'élimination décroît et les probabilités d'obtenir l'ensemble souhaité métal de base - cuivre - argent - soudure s'accroissent. En conséquence, l'argent contenu dans la soudure, pouvant atteindre un maximum de 2-1/2% dans le Sn60 à 230°C, favorise la réalisation de joints de soudure fiables sur les supports de montage argentés.

Les flux de soudage sont classés conformément à la norme fédérale QQ-S-571 comme suit, et présentés ici par ordre croissant d'efficacité :

Type R : flux résineux non activés
Type RMA : flux résineux moyennement activés
Type RA : flux résineux activés
Type AC : flux organiques à base d'acide, soluble dans l'eau

L'emploi de ces flux en fonction des différents degrés de ternissement est conseillé de la façon suivante.

Pour les supports de montage argentés propres, sans impuretés ni ternissement, on peut appliquer un flux de type R comme l'Alpha 100.

Ternissement mineur

Du fait que les conducteurs peuvent présenter un ternissement mineur ou certaines impuretés, il est conseillé d'appliquer un flux de type RMA comme l'Alpha 611 ou la mousse «Foam 611», le Kester 197 ou un autre produit équivalent. On reconnaît un ternissement mineur à la réflectance réduite de la surface, en général moyennement brillante, du revêtement argenté. Les flux de type RMA, conformes à la norme MIL-F-14256, sont utilisés dans la construction du matériel de communications téléphoniques, militaire ou aéronautique.

Ternissement léger

Dans le cas d'un ternissement léger, il convient d'utiliser un flux de type RA comme l'Alpha 711-35, la mousse «Alpha 809», Kester 1544, Kester 1585 ou un produit équivalent. Le ternissement léger se reconnaît à la teinte jaune pâle qui caractérise la surface du revêtement.

Ternissement moyen

Un flux de type AC, soluble dans l'eau, comme l'Alpha 830, l'Alpha 842, le Kester 1429 ou la mousse «Foam 1429», le Lonco 3355 ou tout autre produit équivalent, donnera de bons résultats sur des surfaces présentant un ternissement moyen. Celui-ci est identifiable par la couleur brun-roux, légèrement jaune, du revêtement argenté.

Si un ternissement plus accentué apparaît, reconnaissable par une couleur brun sombre et même noire, un produit de traitement de surface et de décapage doit être utilisé comme par exemple l'Alpha 140, l'Alpha 174, le Kester 5560 et le Lonco TL-1. Le temps d'immersion pour chacun de ces produits ne dépasse pas quelques secondes, et ils doivent être utilisés à la température ambiante. Par exemple l'Alpha 140 élimine le ternissement accentué quasiment au seul contact; le temps d'immersion n'excèdera donc pas 2 secondes. Ces produits de traitement de surface et de décapage ont une composition acide. Il convient par conséquent de laver à l'eau froide tous les composants qui auront été nettoyés à l'aide d'un produit de ce type. Un lavage à l'eau chaude provoquerait un décapage excessif de la surface du revêtement. Un rinçage à l'eau désionisée est ensuite recommandé.

ATTENTION : ces produits de traitement de surface et de décapage risquent d'attaquer les parties en verre laissées à nu et d'endommager les époxys d'encapsulage à base de verre utilisées en optoélectronique. L'immersion totale d'un composant optoélectronique dans une solution contenant un produit de traitement de surface EST DECONSEILLEE. Pour obtenir de bons résultats, n'immerger que les conducteurs ternis sans mettre les époxys d'encapsulage au contact des solutions.

Il est important de nettoyer les cartes de circuits imprimés après soudage afin d'éliminer toute impureté ionique et d'accroître la fiabilité du circuit. Lorsqu'un flux de type RMA ou de type RA est appliqué, nettoyer par bain de vapeur avec un azéotrope composé de fluorocarbone F113 et de 15% environ d'alcool en poids. On trouve des produits équivalents comme le «Allied Chemical Genesolve DI-15 DE-15», le «Blaco-Tron DE-15/DI-15» et «l'Arklone K». Un flux de type RMA ou RA est un mélange de flux résineux (colophane) de type R et d'acide organique. Le fluorocarbone F113 élimine la colophane résiduelle et l'alcool supprime les ions actifs restants. Il est possible de procéder à un nettoyage à température ambiante avec du Fréon T-E35, T-P35 ou un équivalent. Lorsqu'un flux de type AC est appliqué, laver soigneusement à l'eau. Des procédés de nettoyage sont plus particulièrement évoqués au paragraphe «Procédé de soudage».

PROCEDE DE SOUDAGE

Avant de commencer le soudage proprement dit, il convient de débarrasser les cartes de circuits imprimés et les composants à souder de toute poussière, huile, graisse, trace de doigts et autre impureté. Les décapants fluorés comme le Fréon T-P35 peuvent servir pour un nettoyage préalable des cartes de circuits imprimés et des dispositifs à DEL. Il est conseillé de porter des gants de coton afin d'éviter les traces de doigts lors de la mise en place des composants dans les cartes de circuits imprimés.

Si les supports de montage argentés présentent une couche non souhaitable de ternissement, appliquer un produit de traitement et de décapage juste avant le soudage. Ce produit attaquant légèrement la surface du revêtement, les conducteurs d'argent deviennent dès lors plus sensibles à la formation du ternissement. Il convient donc de n'utiliser un produit de traitement et de décapage que sur les seuls supports de montage argentés qui seront soudés dans un délai de quatre heures. Le choix d'un flux en fonction des différents degrés de ternissement a été évoqué dans les paragraphes précédents.

Un grand nombre de DEL et dispositifs d'affichage à DEL fabriqués par Hewlett-Packard sont soudés à 230°C (446°F) pendant 5 secondes maximum. Par conséquent, lors d'une soudure à la vague, il faut régler la température et la vitesse

de soudure conformément à cette caractéristique ou aux spécifications relatives au dispositif. La soudure à la vague peut dès lors se dérouler normalement. Pour obtenir de meilleurs résultats, chaque conducteur doit être immergé dans la soudure en fusion pendant un temps aussi court que possible. Pour une température de 230°C (446°F), la soudure Sn60 dissout l'argent à la vitesse de 0,00152 mm par seconde (60 micropouces/sec.). Si l'on a donc un revêtement d'argent d'une épaisseur initiale de 2,54 μm (100 micropouces), une immersion de 2 secondes suffit à dissoudre totalement le revêtement. Lorsque la température est de 260°C (500°F), la soudure Sn60 dissout l'argent à raison de 2,03 μm par seconde (80 micropouces/sec.). Ces vitesses diminuent à mesure que la teneur en argent augmente dans le bain de soudure fondue.

Les éléments une fois soudés peuvent être nettoyés par un bain de vapeurs dans une cuve de dégraissage, un azéotrope de fluorocarbone F113 et d'alcool servant d'agent de nettoyage lorsqu'un flux de type RMA ou RA a été utilisé. Il est conseillé de maintenir les éléments 15 secondes en immersion dans les vapeurs, de procéder à un lavage par pulvérisation de 15 à 30 secondes dans un décapant liquide, puis de terminer par une immersion d'une minute dans les vapeurs. Lorsqu'un flux soluble dans l'eau de type AC, comme l'Alpha 830 ou le Kester 1429/1429F, est appliqué, il est recommandé de procéder à un lavage soigneux à l'eau, puis de neutraliser en utilisant une mousse Alpha 2441, Kester 5760 ou Kester 5761; terminer par un nouveau lavage complet à l'eau et sécher à l'air.

ATTENTION : l'emploi de tétrachloro-di-fluoroéthane (F112), d'acétone, de trichloréthylène, de MEK (méthyl-éthylcétone), de tétrachlorure de carbone et autres solvants analogues comme agents de nettoyage est DECONSEILLE. Ces produits en effet attaqueraient ou dissoudraient les époxys utilisées en optoélectronique.

UN MOT SUR LES CIRCUITS IMPRIMES

Lors de la fabrication des cartes de circuits imprimés, qu'elles soient simples, doubles ou multicouches, il est possible de prévoir des trous métallisés entourés d'un plot en métal des deux côtés de la carte. Ces trous permettent à la soudure d'humidifier une surface suffisamment grande et donc de se répandre, par capillarité, le long du conducteur jusqu'à la partie supérieure de la carte de circuits imprimés. Il en résulte le meilleur soudage possible entre la carte de circuits imprimés et les conducteurs du dispositif DEL.

LES CONDUCTEURS SOUDES

La figure 1 représente le principe idéal de soudage d'un conducteur. La quantité de soudure qui s'est répandue jusqu'à la partie supérieure de la carte de circuits imprimés est correcte. Un joint solide, du point de vue électrique et mécanique, est formé.

La figure 2 montre un soudage de conducteur à éviter.

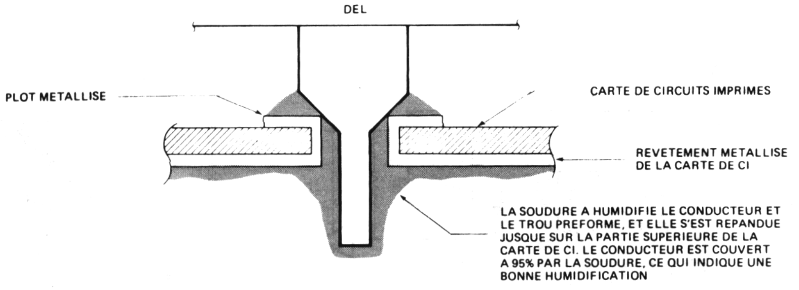


FIGURE 1 – Principe de soudage idéal

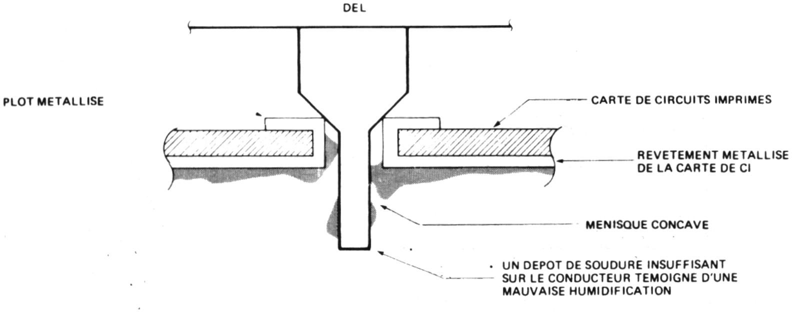


FIGURE 2 – Soudage à éviter

HEWLETT PACKARD BULLETIN D'APPLICATIONS 60

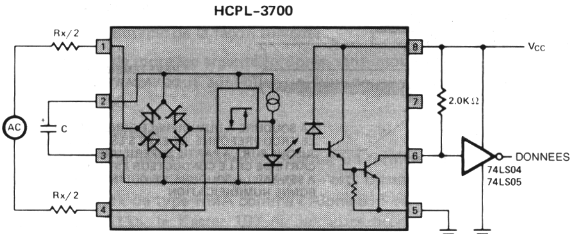
Circuits d'utilisation des photocoupleurs HCPL-3700 et HCPL-2601

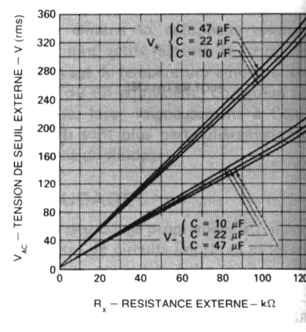
Les HCPL-3700 et HCPL-2601 sont des membres polyvalents de la famille Hewlett-Packard de photocoupleurs hautement performants. Les circuits suivants vous aideront dès que vous commencerez à utiliser les photocoupleurs HP.

PHOTOCOUPLEUR A DETECTION DE SEUIL HCPL-3700

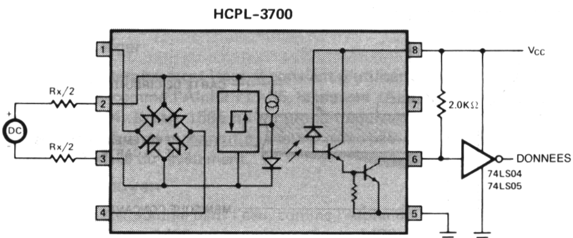
- **Tension de détection programmable avec hystérésis**
- **Sortie compatible LSTTL et CMOS**
- **Entrée CA ou CC**
- **Agrément UL (Dossier E55361)**

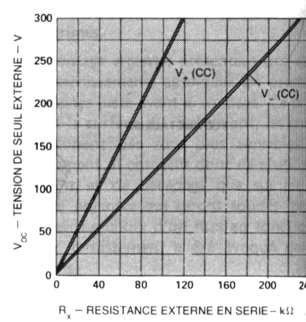
ENTREE CA





ENTREE CC

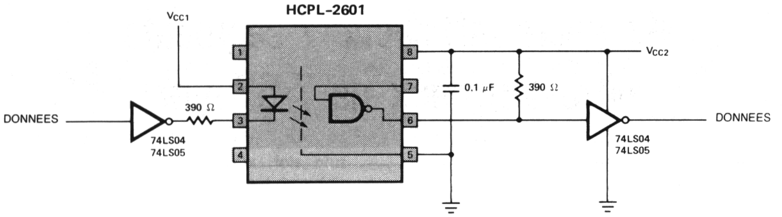




Pour plus de détails, voir la note d'applications Hewlett-Packard n° 1004.

INTERFACE PHOTOCOUPLEUR COMPATIBLE LSTTL/LSTTL - HCPL-2601

- **Vitesse typique de 10 Mbauds**
- **Le blindage assure une immunité au bruit en mode commun de 1 KV/µs**
- **Faible courant d'entrée : 5 mA**
- **Agrément UL (Dossier No. E55361)**



Les autres photocoupleurs HP monovoie, compatibles avec des dispositifs logiques sont : 6N136, 6N137, 6N138, HCPL-2200 et HCPL-2503. Les photocoupleurs compatibles à deux voies sont : HCPL-2531, HCPL-2630 et HCPL-2700.

Pour avoir d'autres informations sur les applications des photocoupleurs, voir le guide HP de sélection des photocoupleurs.

HEWLETT PACKARD

BULLETIN D'APPLICATIONS 64

Considérations mécaniques et optiques du micro-afficheur 7 segments ultra-lumineux de 7,62 mm

INTRODUCTION

Le besoin d'économiser la surface utile dans le domaine des instruments électroniques, rend aujourd'hui impérative la conception de dispositifs moins encombrants et plus transportables. Les nouveaux afficheurs 7 segments de 7,62 mm appartenant à la série HDSP-7300/-7400/-7500/-7800 tiennent compte de cette exigence. Le micro-afficheur ultra-lumineux de 7,62 mm, dont les dimensions sont inférieures à celles du module de 7,62 mm traditionnel, nécessite moins d'espace sans réduire pour autant la hauteur de l'affichage. Il est également le dispositif 7 segments fourni par Hewlett-Packard qui permet la plus grande lisibilité à la lumière du jour.

Le présent bulletin d'applications décrit les filtres optiques, le réglage de la hauteur des boîtiers, les supports, la luminosité de l'affichage, informations concernant l'utilisation du micro-afficheur ultra-lumineux de 7,62 mm.

DESCRIPTION DU BOITIER

Le boîtier a été prévu en fonction d'une optimisation dans le fonctionnement et l'utilisation du micro-afficheur ultra-lumineux. Les dimensions de la face avant : 7,62x12,7 mm, sont inférieures à celles de l'afficheur traditionnel de 8 mm - 7,62x19,05 mm - ce qui rend cet appareil idéal pour des applications comportant de fortes contraintes d'espace. La couleur grise du boîtier, à la différence des boîtiers rouges, jaunes ou verts, renforce le contraste entre celui-ci et les segments «illuminés» permettant ainsi une meilleure lisibilité de l'affichage à la lumière du jour. De plus, les segments biseautés font que la constitution des caractères est compatible avec les afficheurs HP de 14,22 mm et 20,32 mm. En outre, l'amélioration de l'efficacité des cavités dilatant le faisceau lumineux de chaque segment a pour résultat à la fois une meilleure utilisation de chaque DEL et une meilleure luminosité de l'affichage. Pour une comparaison en luminosité, se reporter à la section stérance.

FILTRES

Il est recommandé d'utiliser les mêmes filtres que ceux employés pour les autres afficheurs à segments Hewlett-Packard. Dans le cas de forts éclairages ambiants, sont indiqués des filtres de transmission de 15 à 20%, tels que le Panelgraphic Gray 15, le Plexiglas 2370 (Bronze) ou 2538 (Gray), tous deux produits par Rohm et Haas. Le 3M Louvered Light Control Film ND0220 est un filtre à volets équivalent. Toutefois, il est rappelé que tout filtre à volets réduit l'angle de visibilité en sens vertical. Pour des renseignements complémentaires, se reporter à la note d'applications 1015.

REGLAGE DE LA HAUTEUR DU BOITIER

La hauteur 6,09 mm par rapport à l'assise, égale à celle de l'afficheur traditionnel de 7,62 mm, permet à ce nouveau dispositif ultra-lumineux des rattrapages sur des boîtiers déjà existants et le rend compatible avec d'autres afficheurs tels que les barrettes modulaires à DEL et les échelles lumineuses (Bar graph arrays). Des entretoises peuvent être utilisées pour augmenter la hauteur de l'afficheur, s'il s'avère nécessaire de le rapprocher du filtre. Les entretoises en plastique fabriquées par Bivar s'adaptent à l'espacement des rangées de 5,08 mm, en les plaçant sur deux broches (une de chaque rangée), deux entretoises devant être utilisées pour chaque caractère, une à chaque extrémité du boîtier. La figure 1 indique la hauteur des entretoises Bivar et les références correspondantes.

Réf. Bivar	Hauteur (mm)
360-200	0,762
361-200	1,524
362-200	2,286

FIGURE 1 — Hauteur de l'entretoise en fonction de la référence

Pour une surélévation importante de l'afficheur et dans le cas où la longueur des broches n'est pas suffisante, l'utilisateur pourra situer l'entretoise entre un support (de préférence à connexion enroulée pour une longueur de broche suffisante) et la carte de circuits imprimés.

SUPPORTS

Des supports standard DIP avec des écartements de 5,08 mm par rangée sont fournis, entre autres, par Circuit Assembly. Ce fabricant offre des supports de broches à extrémité à souder et des supports à connexion enroulée avec revêtement en étain ou plaqué or. La référence de base est CA-10S-TSD, qui consiste en un support à extrémité à

souder avec revêtement d'étain sur cuivre et des contacts en bronze phosphoré. Sont proposées également trois broches à connexion enroulée de longueurs différentes ainsi que des contacts en cuivre traités thermiquement au béryllium. Ces supports mesurent 7,6 mm de haut par rapport à l'assise.

STERANCE

La stérance lumineuse correspond à la luminosité perçue par l'oeil humain définie en termes quantitifs. La stérance, au contraire de l'intensité, tient compte de l'aire irradiant l'énergie lumineuse. Il s'agit donc de l'intensité lumineuse du dispositif, I_V, divisée par l'aire électro-luminescente, A, comme exprimé dans la formule ci-après :

$$L_V\ (cd/m^2) = \frac{I_V\ (candela)}{A\ (m^2)}$$

Autrement dit, de deux surfaces électro-luminescentes identiques, si la première comporte deux fois plus d'intensité que la seconde, elle paraîtra également deux fois plus lumineuse. Ou encore, à intensité égale, la première paraîtra deux fois plus lumineuse si elle comporte la moitié de l'aire de la seconde, l'énergie étant distribuée sur une moindre surface.

En comparant l'afficheur traditionnel 7,62 mm et le nouveau micro-afficheur ultra-lumineux, il apparaît que du fait de la conception des caractères, la surface électro-luminescente de ceux-ci est de 20% inférieure à celle du dispositif traditionnel. Ceci permet un affichage d'une visibilité supérieure pour la même quantité de tension directe.

La figure 2 montre la stérance lumineuse typique en fonction de la tension directe CC pour les deux dispositifs. Il est évident d'après ce graphique que la réduction de 20% en surface ne peut rendre compte de l'augmentation en stérance d'environ 50%. Ces 30% supplémentaires s'expliquent par une meilleure capacité de la cavité de l'appareil, amélioration développée par Hewlett-Packard et qui a pour résultat un accroissement de l'intensité lumineuse de l'afficheur.

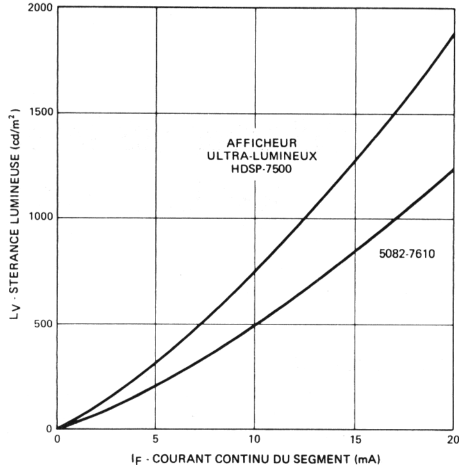


FIGURE 2 — Stérance lumineuse typique en fonction du courant direct continu

Les avantages de l'utilisation de l'afficheur ultra-lumineux sont en effet incontestables car tout en apportant une plus forte luminosité et une meilleure visibilité, ce dispositif n'implique pas pour autant une consommation plus élevée de courant.

APPLICATIONS

HEWLETT PACKARD BULLETIN D'APPLICATIONS 65

Utilisation des fibres optiques de 50/125 μm avec les composants Hewlett-Packard

INTRODUCTION

Les fibres optiques de 50/125 μm offrent des avantages indiscutables sur les fibres de 100/140 μm dans le cas de certaines applications. En effet, les fibres de 100/140 μm sont utilisées essentiellement dans le domaine des transmissions de données locales pour des longueurs de liaison pouvant atteindre entre 500 m et 2000 m. D'un diamètre plus large, il est plus aisé d'y guider un faisceau lumineux, toutefois, l'atténuation par longueur d'unité est plus élevée que dans le cas des fibres de 50/125 μm. Du fait de leur moindre atténuation par unité de longueur, les fibres optiques de 50/125 μm sont surtout utilisées dans le domaine des télécommunications nécessitant des liaisons atteignant plusieurs kilomètres.

Le présent bulletin décrit, afin de faciliter la conception d'un système comportant des fibres de 50/125 μm, les résultats de tests réalisés à l'aide de trois émetteurs HP pour fibre optique. Il est recommandé d'utiliser ce bulletin en conjonction avec le catalogue optoélectronique Hewlett-Packard et la note d'applications 1000 «Transmission de données numériques par fibres optiques - Système Hewlett-Packard», pour des informations complémentaires sur la conception des paramètres nécessaires concernant la détermination de la longueur des transmissions typiques.

Un système à fibres optiques comporte un émetteur, un récepteur, un câble et des connecteurs comme indiqué sur la figure 1.

Lors de la configuration d'un système, des pertes d'ordre optique et mécanique ont lieu au niveau des interfaces émetteur-connecteur et connecteur-récepteur. L'atténuation normale du câble contribue également à ces pertes. En utilisant des fibres de 50/125 μm avec des composants HP, on observe que la plupart des pertes de couplage ont lieu à l'interface émetteur-connecteur. Les tests ont été réalisés à cet endroit afin de déterminer les pertes typiques. L'utilisation des données obtenues par ces tests permettent de prévoir la performance du système.

Il est important de s'assurer lors de la conception d'un système à fibre optique qu'une quantité suffisante de puissance optique parvienne jusqu'au récepteur pour le bon fonctionnement de celui-ci. L'équation ci-dessous facilite la détermination des pertes et de la distance de la liaison souhaitée. Cette équation est valable pour la conception de tout système optique.

BILAN DE LA PUISSANCE OPTIQUE

$$10 \text{ Log } \frac{\Phi T}{\Phi R} \geqslant \alpha_0 \ell + \alpha_{TC} + \alpha_{CR} + \alpha_M \quad (1)$$

Le rapport de la puissance optique doit être supérieur ou égal aux pertes du système.

ΦT = Puissance optique disponible en sortie de l'émetteur, (μW)

ΦR = Puissance optique minimale requise par le récepteur, (μW)

$10 \text{ Log } \frac{\Phi T}{\Phi R}$ = Rapport de la puissance optique, (dB)

Pertes du système:

- $\alpha_0 \ell$ = Atténuation de la fibre, (dB/km . longueur)
- α_{TC} = Perte de couplage émetteur-connecteur, (dB)
- α_{CR} = Perte de couplage connecteur-récepteur, (dB)
- α_M = Marge de sécurité prévue par le constructeur, (elle doit être > 1 dB)

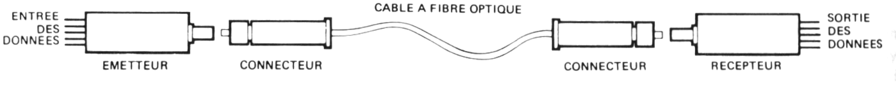
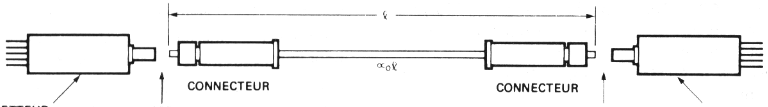


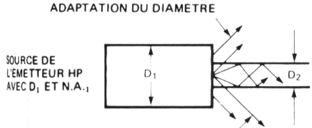
FIGURE 1 — Système à fibre optique

LOCALISATION DES PERTES



Sur une liaison à fibre optique de 50/125 μm utilisant des émetteurs-récepteurs HP, on constate que les émetteurs HP possèdent une source ayant une surface active et une ouverture numérique supérieures à celles de la fibre, ce qui entraîne une perte optique importante au niveau de l'interface émetteur-connecteur.

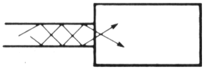
Les récepteurs HP ayant une surface de détection et une ouverture numérique supérieures à celles de la fibre de 50/125 μm, la totalité de la lumière est reçue par le récepteur, la seule perte optique étant due à la perte de Fresnel de l'ordre de 0,17 dB. Les schémas ci-après montrent les calculs à effectuer pour prévoir les pertes optiques au niveau de chaque interface.



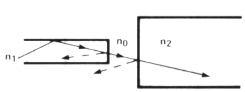
$$\alpha_{TC} = 20 \text{ Log } \frac{D_1}{D_2} + 20 \text{ Log } \frac{N.A._1}{N.A._2} + \text{Perte de Fresnel} \quad (2)$$

Perte due à la non adaptation du diamètre (voir Note 1)

Perte due à la non adaptation de l'ouverture numérique



α_{CR} = PERTE DE FRESNEL ≈ 0,17 dB



LES PERTES DE FRESNEL SONT DUES AU PASSAGE D'UN MILIEU D'INDICE DONNE A UN AUTRE D'INDICE DIFFERENT, n.

Note :
1. D_1, D_2, N.A.$_1$, N.A.$_2$ sont données dans les fiches techniques respectives.

Les tests ont été réalisés à l'aide du câble à fibre optique de 50/125 μm spécifié sur le tableau 3. Deux morceaux de ce câble, d'un mètre de longueur chacun, ont été connectés à chaque extrémité à des connecteurs identiques comme illustré sur le tableau 1.

Tableau 1. Connecteurs utilisés pour le test

Amphenol 906-120-5001	Fibre HP
Amphenol 906-110-5017	Fibre SMA

Ces connecteurs sont généralement utilisés pour des liaisons à fibres optiques de 50/125 μm. Lors des tests, le câble a été relié aux connecteurs en suivant attentivement les indications données sur la documentation correspondante.

Lors de la connexion, une époxy ayant un indice de réfraction supérieur à celui de la gaine de la fibre a été utilisée. Ceci empêche la lumière de se diffuser dans la gaine, permettant de mesurer celle qui se propage dans le cœur seulement (la fibre étant à saut d'indice).

Au cours de ces tests, les liaisons ont été connectées à des émetteurs HP choisis au hasard et la puissance optique mesurée à l'extrémité des liaisons d'un mètre pendant que les émetteurs étaient alimentés avec des courants divers. La figure 2 montre le montage effectué pour l'exécution du test.

Les données théoriques ont été calculées avant la mise en œuvre des tests afin de déterminer les pertes à l'aide des informations apparaissant sur les fiches techniques de l'émetteur HP et du câble à fibre optique.

Le tableau 2 indique les émetteurs HP utilisés lors des tests.

Tableau 2. Emetteurs HP testés

Emetteurs
HFBR-1002
HFBR-1203
HFBR-1204

Le tableau 3 donne les spécifications de la fibre de 50/125 μm employée au cours du test.

Tableau 3. Spécifications du câble

Diamètre du cœur	50 μm
Diamètre de la gaine extérieure	125 μm
Ouverture numérique	0,21
Atténuation à λ = 820 nm, α_0	4,09 dB/km
Coefficient à gradient d'indice, g	2

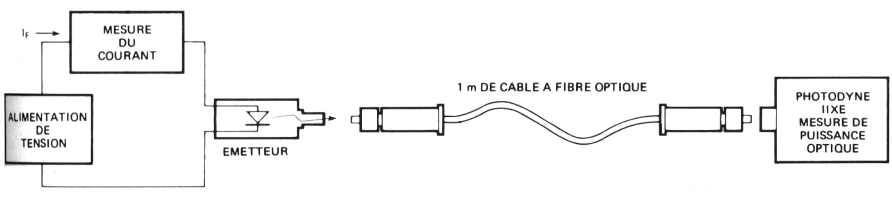


FIGURE 2 – Montage du test

Un exemple de calcul théorique pour déterminer la puissance optique en sortie d'un mètre de câble, à l'aide d'un émetteur HFBR-1002 et d'une fibre de 50/125 μm, est illustré ci-dessous. La puissance optique sortant de l'émetteur (ΦT) moins l'atténuation de $\ell = 1$ m de câble ($\alpha_0 \ell$) est égale à la puissance optique sortant d'un mètre de câble (Φ1m).

$$\Phi 1m = \Phi T - \alpha_{TC} - \alpha_0 \ell \quad (3)$$

$\Phi T = -12{,}5$ dB

Valeur typique, d'après la fiche technique HFBR-1002 (la perte de couplage fixe de 1,5 dB étant incluse).

$\alpha_{TC} = 9$ dB

$$= 20 \text{ Log } \frac{100}{50} + 20 \text{ Log } \frac{0{,}3}{0{,}21}$$

$D_1 = 100\ \mu m$, $N.A._1 = 0{,}3$ pour HFBR-1002

$D_2 = 50\ \mu m$, $N.A._2 = 0{,}21$ pour la fibre de 50/125 μm

La perte de Fresnel est comprise dans la perte de couplage de 1,5 dB.

$$\Phi 1m = -12{,}5 \text{ dB} - 9 \text{ dB} - [\, 4{,}09 \text{ dB/km } (0{,}001 \text{ km})\,]$$

$$= 21{,}5 \text{ dB}$$

En connaissant ΦR (d'après la fiche technique du récepteur HFBR-2001) et en utilisant l'équation ci-dessous, il est possible de déterminer la longueur de la liaison.

$$\Phi 1m - \alpha_{CR} - \alpha_0 \ell \geqslant \Phi R$$

$$\ell = (-\Phi R + \Phi 1m - \alpha_{CR})/\alpha_0 \quad (4)$$

$\Phi R = -30{,}9$ dB minimum, d'après la fiche technique HFBR-2001

$\alpha_{CR} = 0{,}17$ dB

$$\ell = (30{,}9 \text{ dB} - 21{,}5 \text{ dB} - 0{,}17 \text{ dB})/4{,}09 \text{ dB/km}$$

$$\ell = 2{,}25 \text{ km}$$

Il est possible d'obtenir d'après les figures 4, 5 et 6 des longueurs de liaisons typiques en utilisant chacune des paires émetteur/récepteur.

Pour chaque émetteur, les valeurs mesurées et typiques pour Φ1m sont indiquées sur le tableau 4.

Les résultats des tests comportent également des précisions sur la performance attendue de chacune des paires émetteur/récepteur en utilisant une fibre HP de 100/140 μm.

En comparant la performance des paires émetteur/récepteur HP avec des fibres de 100/140 μm et de 50/125 μm, on s'aperçoit que :

- Φ1m est réduit d'environ 10 dB en utilisant une fibre de 50/125 μm,
- la longueur de la liaison est supérieure avec une fibre de 100/140 μm.

Les graphiques des figures 4, 5 et 6 permettent au concepteur de prévoir la puissance optique d'une fibre donnée à une distance spécifique pour des émetteurs standard.

La longueur de la liaison est déterminée par l'abscisse du point d'intersection entre la courbe de l'atténuation de la fibre et celle de la sensibilité du récepteur.

Tableau 4. Résultats des tests

Emetteur	Câble/Connecteur [Note 2]	Φ1m (mesuré)	Φ1m (typique d'après la fiche technique)	Longueur de la liaison, m [Note 4]	Conditions [Note 3]
HFBR-1002	100/140 μm/ HFBR-4000	– 10,5 dBm 89 μW	– 12,5 dBm 56 μW	3,6 k	T = 25°C V_{CC} = 5 V I_F = 83,6 mA
	50/125 μm/ Amphenol 906-120-5001	– 20,3 dBm 9,3 μW	– 21,5 dBm 7,1 μW	2,5 k	
HFBR-1203	100/140 μm/ HFBR-4000	– 8,6 dBm 138 μW	– 7,4 dBm 182 μW	3,1 k	T = 25°C I_F = 100 mA
	50/125 μm/ Amphenol 906-120-5001	– 19 dBm 12,6 μW	– 19,3 dBm 11,7 μW	1,7 k	
HFBR-1204	100/140 μm/ OFT1 455B (SMA)	– 8,5 dBm 141 μW	– 7,4 dBm 182 μW	3,1 k	T = 25°C I_F = 100 mA
	50/125 μm/ Amphenol 906-110-5017	– 17,2 dBm 19,3 μW	– 19,3 dBm 11,7 μW	2,1 k	

Notes :

2. L'atténuation de la fibre de 100/140 μm utilisée = 5,5 dB/km. L'atténuation de la fibre de 50/125 μm utilisée = 4,09 dB/km.
3. Les tests ont été réalisés à une température ambiante de 25°C. Pour un fonctionnement garanti à $-40°C \leqslant T \leqslant 85°C$, voir les fiches techniques des émetteurs et récepteurs dans le catalogue optoélectronique HP.
4. Les longueurs des liaisons sont prévues en utilisant l'équation 4, la valeur mesurées de Φ 1m ainsi que le récepteur et le câble HP appropriés. Voir les figures 4, 5 et 6 pour les représentations graphiques.

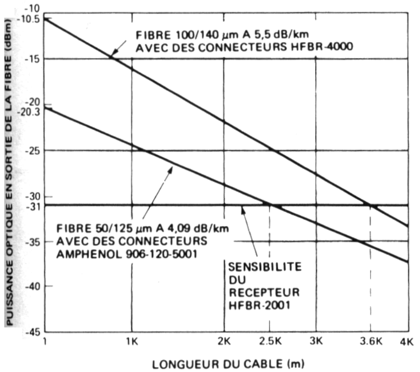


FIGURE 4 — Puissance optique prévue d'après une longueur déterminée de câble en utilisant l'émetteur HFBR-1002

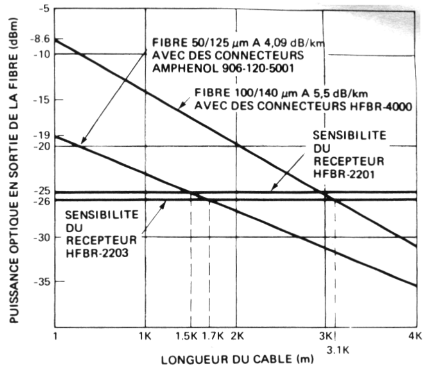


FIGURE 5 — Puissance optique prévue d'après une longueur déterminée de câble en utilisant l'émetteur HFBR-1203

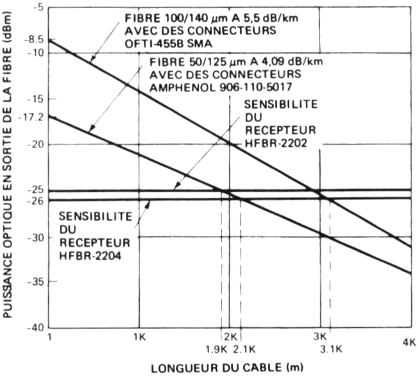


FIGURE 6 — Puissance optique prévue d'après une longueur déterminée de câble en utilisant l'émetteur HFBR-1204

Note : les graphiques sont établis d'après des valeurs mesurées.

APPLICATIONS

HEWLETT PACKARD BULLETIN D'APPLICATIONS 69

Utilisation des photocoupleurs Hewlett-Packard pour la configuration de circuits CMOS

INTRODUCTION

Le présent bulletin se propose de fournir au concepteur CMOS un jeu de circuits d'interface incorporant des photocoupleurs Hewlett-Packard. Un large éventail de photocoupleurs Hewlett-Packard est disponible pour des configurations CMOS dans des environnements à courant et tension faibles. Les applications typiques comportent l'isolement des systèmes logiques, l'élimination des boucles de masse, la variation du niveau logique, l'interface des systèmes à microprocesseur, l'interface entre périphériques et ordinateurs et les récepteurs de ligne.

LES PHOTOCOUPLEURS HEWLETT-PACKARD COMPATIBLES CMOS

Le photocoupleur HCPL-2300 (tableau 1, figure 1) présente une combinaison unique comportant une DEL à faible courant d'entrée de 0,5 mA et ce à une vitesse de transmission de 5 MBd. La tension d'alimentation est de + 7 V maximum et la sortie collecteur ouvert est de + 18 V. Une résistance de charge interne de 1 kΩ ne rend pas nécessaire l'utilisation d'un tel dispositif externe. Un blindage interne permet le shuntage des transitoires du mode à terre, assurant ainsi une immunité à ces transitoires.

Le photocoupleur HCPL-2200 (tableau 1, figure 2) possède un indice maximal de tension d'alimentation et de sortie de +20 V. Il est possible d'obtenir une vitesse de transmission de 2,5 MBd avec un courant d'entrée de 1,6 mA.

Le photocoupleur 6N139 (tableau 1, figure 3) nécessite un faible courant d'entrée de 0,5 mA, et une tension d'alimentation et de sortie de + 18 V. La vitesse de transmission peut être augmentée jusqu'à 100 kBd en insérant une résistance de shuntage émetteur-base de 51 kΩ entre les broches 5 et 7. Cette résistance assure une dérivation partielle du courant de sortie, ce qui diminue les périodes de transition et accroît véritablement la vitesse de transmission.

Le photocoupleur HCPL-2731 (tableau 1, figure 4) correspond à une version à deux canaux du 6N139 comportant une résistance de shuntage émetteur-base. La tension d'alimentation et de sortie est de + 18 V maximum.

CONFIGURATIONS DE CIRCUITS RECOMMANDES

Le circuit d'interface de commande shunt (tableau 1, figure 5) assure des performances de vitesse optimales, une protection contre le courant de fuite à travers la DEL ainsi qu'une immunité contre les transitoires en mode commun. La diode D_1, est exigée pour des dispositifs actifs afin de garantir que le courant d'entrée provient de la tension d'alimentation et non pas de la sortie du module. La faible tension directe de la diode D_1 permet à la DEL de rester éteinte lorsque le circuit de commande se met à l'état bas.

Le condensateur, C_P, peut être utilisé avec le photocoupleur HCPL-2300 pour corriger la distorsion des impulsions de largeur variable en retardant considérablement le temps de commutation de la DEL, le temps de coupure restant le même.

Du fait que le circuit de la famille CMOS (tableau 1, figure 6) n'exige pas de diode, ceci se traduit par l'économie d'un composant. Le condensateur, C_P, fonctionne comme un condensateur de crête en effectuant une chute de la charge depuis et vers la DEL du HCPL-2300 lors de la commutation. Ce circuit n'assure pas, par contre, une protection contre le courant de fuite ce qui résulte en une action de commutation plus lente due à l'interruption totale du courant au lieu de son réacheminement lorsqu'il s'agit d'un circuit de commande shunt.

Le circuit d'interface de commande LSTTL/TTL à collecteur ouvert (tableau 1, figure 7) assure également une protection contre le courant de fuite. La résistance, R_2, shunte jusqu'à 250 μA de courant de fuite des terminaux d'entrée du photocoupleur, en protégeant ainsi la DEL d'une conduction non souhaitée lorsque la résistance de sortie du circuit est hors service.

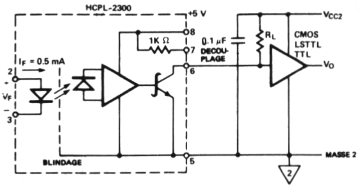
En ce qui concerne les sorties, une résistance de charge doit être utilisée avec le collecteur ouvert HCPL-2300, 6N139 et HCPL-2731. Il est recommandé d'employer également une résistance de charge pour les configurations CMOS du photocoupleur HCPL-2200 afin d'améliorer la vitesse de transmission, toutefois ceci est facultatif du fait de la sortie à trois états du dispositif.

Les paramètres des circuits du tableau 1 ont été obtenus en ayant comme objectif principal une faible dissipation de tension en fonction des caractéristiques CMOS. Toutefois, la capacité de vitesse de transmission peut s'améliorer avec une augmentation de I_F et de I_O. Lorsque R_I et R_L diminuent en valeur, les constantes de temps RC respectives correspondant à l'ensemble des circuits d'entrée et sortie baissent jusqu'à une valeur optimale. Ceci apporte des périodes de transition plus rapides, les distorsions des impulsions de largeur variable sont plus faibles, et la vitesse de transmission est plus élevée aux dépens d'une dissipation plus importante de la tension.

Dans le choix d'un photocoupleur et d'un circuit de commande pour une application donnée, le concepteur doit retenir le photocoupleur qui correspond le mieux aux exigences en vitesse de transmission des données et en courant d'entrée. C'est alors qu'un circuit de commande peut être choisi : une interface de type shunt est recommandée pour la vitesse et la protection contre les courants de fuite; une interface de type série est conseillée aux concepteurs souhaitant réduire au maximum le nombre de composants. Les valeurs de chaque composant peuvent être alors sélectionnées en fonction des courants d'alimentation indiqués sur le tableau 1.

TABLEAU 1 — Configuration de circuits des photocoupleurs à utiliser pour la conception de circuits CMOS

PHOTOCOUPLEURS



- VITESSE DE TRANSMISSION DES DONNEES 5 MBd
- COURANT D'ENTREE 0,5 mA
- BLINDAGE INTERNE POUR UNE REJECTION EN MODE COMMUN ASSUREE
- RESISTANCE DE CHARGE INTEGREE FACULTATIVE

FIGURE 1 — HCPL-2300

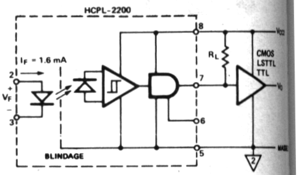
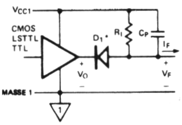


TABLE DE VERITE		
ENTREE	VALIDATION	SORTIE
H	H	Z
L	H	Z
H	L	H
L	L	L

- VITESSE DE TRANSMISSION DES DONNEES 2,5 MBd
- COURANT D'ENTREE 1,6 mA
- SORTIE TROIS ETATS

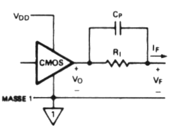
FIGURE 2 — HCPL-2200



LA DIODE D_1 N'EST PAS EXIGEE POUR DES DISPOSITIFS COMPORTANT DES SORTIES A COLLECTEUR OUVERT.

FIGURE 5 — Circuit de commande shunt CMOS-LSTTL/TTL

V_{CC1} (V cc)	R_I (kΩ)	C_P	D_1	V_{CC2} (V cc)	R_L (kΩ)	V_{CC1} (V cc)	R_I (kΩ)	D_1	V_{CC2} (V cc)	R_L (kΩ)
+ 5	6,19	20 pF	1N5711	+ 5	1 interne	+ 5	2,15	1N916	+ 5	1,1
+ 10	14,7	20 pF	1N5711	+ 10	2,37	+ 10	5,11	1N916	+ 10	2,37
+ 15	21,5	20 pF	1N5711	+ 15	3,16	+ 15	8,25	1N916	+ 15	3,83



NOTE : L'UTILISATION DE CE CIRCUIT DE COMMANDE ENTRAINERA UNE REDUCTION DE LA VITESSE DE TRANSMISSION DES DONNEES D'ENVIRON 20%.

FIGURE 6 — Circuit de commande de la famille CMOS

V_{DD} (V cc)	R_I (kΩ)	C_P	V_{CC2} (V cc)	R_L (kΩ)	V_{CC1} (V cc)	R_I (kΩ)	V_{CC2} (V cc)	R_L (kΩ)
+ 5	5,11	20 pF	+ 5	1 interne			+ 5	1,1
+ 10	13,3	20 pF	+ 10	2,37			+ 10	2,37
+ 15	19,6	20 pF	+ 15	3,16	+ 15	7,5	+ 15	3,83

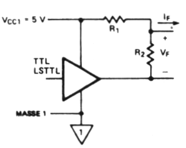
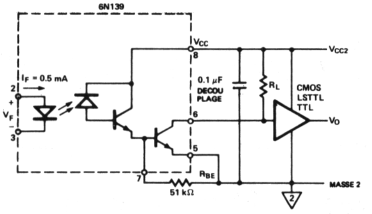


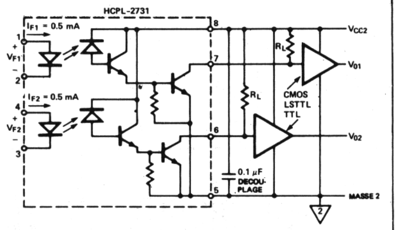
FIGURE 7 — Circuit de commande TTL/LSTTL à collecteur ouvert avec protection contre courant de fuite

V_{CC1} (V cc)	R_1 (kΩ)	R_2 (kΩ)	V_{CC2} (V cc)	R_L (kΩ)	V_{CC1} (V cc)	R_1 (kΩ)	R_2 (kΩ)	V_{CC2} (V cc)	R_L (kΩ)
+ 5	3,48	3,16	+ 5	1 interne	+ 5	1,33	3,16	+ 5	1,1
			+ 10	2,37				+ 10	2,37
			+ 15	3,16				+ 15	3,83



- VITESSE DE TRANSMISSION DES DONNEES 100 kBd
- COURANT D'ENTREE 0,5 mA
- L'ACCES A LA BASE PERMET UN REGLAGE DE L'AMPLIFICATION DE LA LARGEUR DE BANDE

FIGURE 3 – 6N139



- VITESSE DE TRANSMISSION DES DONNEES 100 kBd
- COURANT D'ENTREE 0,5 mA
- OPERATION A DEUX CANAUX

FIGURE 4 – HCPL-2731

V_{CC1} (V cc)	R_I (kΩ)	D_1	R_{BE} (kΩ)	V_{CC2} (V cc)	R_L (kΩ)
+ 5	6,81	1N916	51	+ 5	1,1
+ 10	16,2	1N916	51	+ 10	2,37
+ 15	26,1	1N916	51	+ 15	3,83

V_{CC1} (V cc)	R_I (kΩ)	D_1	V_{CC2} (V cc)	R_L (kΩ)
+ 5	6,81	1N916	+ 5	1,1
+ 10	16,2	1N916	+ 10	2,37
+ 15	26,1	1N916	+ 15	3,83

V_{CC1} (V cc)	R_I (kΩ)	R_{BE} (kΩ)	V_{CC2} (kΩ)	R_L (kΩ)
+ 5	6,19	51	+ 5	1,1
+ 10	16,2	51	+ 10	2,37
+ 15	23,7	51	+ 15	3,83

V_{CC1} (V cc)	R_I (kΩ)	V_{CC2} (V cc)	R_L (kΩ)
+ 5	6,19	+ 5	1,1
+ 10	16,2	+ 10	2,37
+ 15	23,7	+ 15	3,83

V_{CC1} (V cc)	R_1 (kΩ)	R_2 (kΩ)	R_{BE} (kΩ)	V_{CC2} (V cc)	R_L (kΩ)
+ 5	3,16	3,16	51	+ 5	1,1
				+ 10	2,37
				+ 15	3,83

V_{CC1} (V cc)	R_1 (kΩ)	R_2 (kΩ)	V_{CC2} (V cc)	R_L (kΩ)
+ 5	3,16	3,16	+ 5	1,1
			+ 10	2,37
			+ 15	3,83

APPLICATIONS

HEWLETT PACKARD

NOTE D'APPLICATIONS 1000

Transmission de Données Numériques par Fibres Optiques

Système Hewlett-Packard

Les fibres optiques peuvent résoudre maints problèmes de transmission de données. La présente note d'applications a pour but d'aider l'utilisateur à obtenir le meilleur résultat de cette technologie relativement nouvelle. Nous comparerons, en premier lieu, les mérites et les limites des fibres optiques à ceux d'autres moyens de transmission, puis nous décrirons les fondements de la transmission de données du point de vue optique, mécanique et électrique. L'application de ces principes apparaît dans la description détaillée du système préconisé par Hewlett-Packard. La dernière partie de cette note est consacrée aux recommandations techniques concernant le fonctionnement et la maintenance en insistant particulièrement sur le profit que l'on peut tirer des caractéristiques spécifiques des fibres optiques.

ETUDE COMPARATIVE FIBRES-CABLES ELECTRIQUES

Dans les fibres optiques, les signaux sont transmis sous forme de grains d'énergie (photons) électriquement neutres. En conséquence, il est physiquement impossible qu'un champ électrique quelconque (foudre, ligne haute tension, etc.) ou magnétique puissant (transformateur, cyclotron, etc.) perturbe la transmission. Les pertes par rayonnement à travers les parois peuvent être presque éliminées en recouvrant la fibre d'un matériau opaque qui évite d'autre part tout transfert de lumière entre deux fibres contiguës. L'information se trouve ainsi parfaitement indétectable de l'extérieur (secret). Les fibres optiques sont cependant capables de transmettre, dans certains cas, une énergie suffisante pour être utilisée directement (photocoagulation) ou pour être dangereuse. Dans les applications courantes (transmission de données), les niveaux ne dépassent pas la centaine de μW. De tels rayonnements sont parfaitement inoffensifs, sans danger en cas de rupture de câble en milieu explosif alors qu'une ligne de transmission électrique pourrait provoquer un désastre. Les fibres optiques protégées par une gaine peuvent subir des contraintes (écrasement, flexion) supérieures à celles d'un câble électrique de taille comparable : elles ont, en outre, l'avantage énorme de leur faible poids et dimensions pour une capacité de transmission équivalente. Bien montée, la fibre optique peut supporter toutes les conditions climatiques possibles et être, sans dommage, immergée dans la plupart des liquides ou exposée à l'air pollué.

La bande passante des fibres optiques leur donne également d'autres avantages particuliers. Dans les câbles coaxiaux ou méplats, la bande passante est une fonction inverse du carré de la longueur, dans les fibres optiques, elle est seulement inversement proportionnelle à la longueur. C'est ainsi que pour :

— les câbles HP HFBR-3000 à 3100

(1) $$f \text{ à } 3\,dB = \frac{12.000}{\ell}\ MHz$$

— un câble coaxial 50 Ω (RG-59)

(2) $$f \text{ à } 3\,dB = \frac{225.000}{\ell^2}\ MHz$$

Pour une liaison de 100 m, la bande passante à 3 dB est de 22,5 MHz dans un câble coaxial, alors qu'elle atteint 120 MHz dans une fibre optique.

La difficulté de produire des énergies importantes et les pertes sont les limites principales des fibres optiques. Alors qu'il est facile de transmettre des puissances de plusieurs watts dans des câbles radio-électriques, la puissance transmise par une fibre optique ne dépasse pas, en général, le milliwatt. Un câble électrique peut admettre de multiples dérivations, ce qui est financièrement prohibitif dans l'état actuel de la technique des câbles optiques.

Les pertes dans une liaison point à point sont essentiellement des pertes de raccordement (sortie émetteur, entrée récepteur, connecteurs éventuels) et des pertes de transmission proportionnelles à la longueur du câble optique. La dispersion au niveau des pertes demande un récepteur ayant une gamme dynamique suffisante pour la compenser tout en conservant une bande passante et un rapport signal/bruit convenables même dans le cas d'intensité très faible. Les fibres optiques étant insensibles au bruit, le rapport signal/bruit et la largeur de bande ne dépendent, en définitive, que du bruit propre du récepteur.

La fibre optique ne résout toutefois pas tous les problèmes de transmission de données : pourtant chaque fois que la sécurité, le secret, la longévité, l'isolement électrique, l'immunité contre le bruit, l'encombrement, le poids ou la bande passante sont en cause, la fibre optique présente un avantage certain.

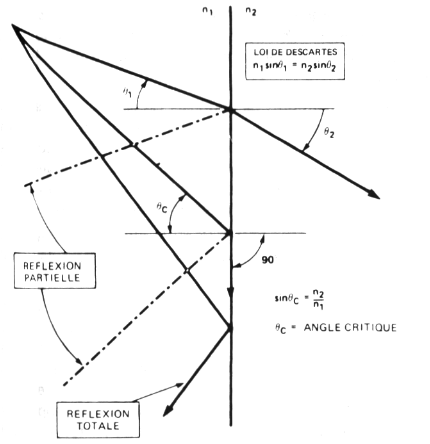


FIGURE 1 — Loi de Descartes

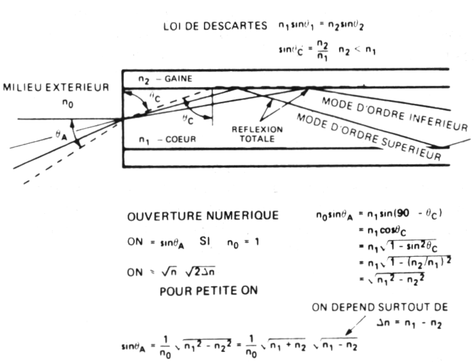


FIGURE 2 — Réflexion interne totale

PRINCIPE DE LA FIBRE OPTIQUE

Le rayonnement lumineux introduit dans une fibre optique se propage par réflexions successives sur ses parois. Le principe de cette réflexion est basé sur la différence entre l'indice de réfraction du coeur n_1 et de la gaine n_2.

L'indice de réfraction est défini comme le rapport entre la vitesse de propagation de la lumière dans un milieu quelconque et dans le vide. Lorsqu'un rayon lumineux passe d'un milieu d'indice n_1 dans un milieu d'indice n_2, il est dévié selon la loi :

(3) $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ (LOI DE DESCARTES)

illustrée, figure 1. Noter que la relation entre les angles est la même, que le rayon soit issu du milieu d'indice le plus fort n_1 ou le plus faible n_2. Pour les rayons issus du milieu d'indice le plus fort, il existe un angle d'incidence, dit angle critique, pour lequel l'angle de sortie est de 90°. Pour les angles plus petits la réflexion est partielle, pour les angles plus grands elle est totale.

Ouverture numérique

Les rayons se propagent à l'intérieur du coeur sous différents angles, mais seuls ceux ayant un angle d'incidence supérieur à l'angle critique sont totalement réfléchis et atteignent l'autre extrémité de la fibre. La figure 2 montre la relation qui existe entre l'angle de réflexion sur l'interface coeur-gaine et l'angle d'incidence sous lequel les rayons extérieurs pénètrent dans le coeur de la fibre. L'angle θ_A ou angle limite est l'angle maximal par rapport à l'axe pour lequel tous les rayons seront intégralement réfléchis. En dehors de l'indice de réfraction n_0 du milieu extérieur, l'angle limite dépend en outre des indices de réfraction du coeur et de la gaine. Lorsque le milieu extérieur est l'air ($n_0 \approx 1$), le sinus de l'angle limite est appelé OUVERTURE NUMERIQUE, ON (Numerical Aperture - NA) :

(4) OUVERTURE NUMERIQUE, ON = $\sin\theta_A$

Les données de la figure 2 ne s'appliquent en toute rigueur qu'aux rayons pénétrant dans l'axe de la fibre optique. Les autres rayons peuvent se propager, compte tenu du fait qu'à l'angle limite, il n'y a pas réellement discontinuité.

Modes de propagation

Sous réserve des limites imposées par l'ouverture numérique, les rayons se propagent suivant différents angles ou modes. Ceux dont l'angle de propagation par rapport à l'axe est faible sont appelés MODES D'ORDRES INFERIEURS, ceux dont l'angle est grand MODES D'ORDRES SUPERIEURS. Ces modes sont discontinus. A une longueur d'onde quelconque correspondent plusieurs angles pour lesquels il y a propagation. Les fibres MONOMODE sont celles dont l'ouverture numérique et le diamètre sont suffisamment faibles pour que ne se transmette qu'un seul mode.

Outre ces deux modes, on considère d'autre part les modes dits MODES A PERTES pour lesquels les rayons divergents sont partiellement ou totalement absorbés par l'interface coeur-gaine (MODE DE GAINE). Les modes à pertes se propagent mal, leur distance de propagation, dépendant pour une large part de la structure de la fibre, est comprise entre quelques centimètres et plus de cinquante mètres. Leur présence affecte la mesure de l'ouverture numérique et des pertes de transmission, les rendant artificiellement fortes. C'est pourquoi l'ouverture numérique est spécifiée en terme d'ouverture numérique en sortie et pour une fibre de longueur suffisante pour assurer la disparition des modes à pertes. La propagation des modes à pertes s'effectuant pour la plus grande part dans la gaine, cet effet peut être supprimé en entourant la fibre, avec sa gaine, d'un matériau d'indice de réfraction supérieur.

L'ouverture numérique en sortie est définie comme étant le sinus de l'angle pour lequel le diagramme de rayonnement (intensité lumineuse relative en fonction de l'angle de décalage par rapport à l'axe) a une valeur particulière : celle-ci est, en général, définie comme représentant 10% de l'intensité lumineuse axiale.

Pertes de transmission

Les modes normaux subissent des pertes de transmission. Elles sont dues aux impuretés contenues dans la fibre, à l'absorption moléculaire, aux irrégularités de l'interface gaine-coeur ainsi qu'aux microcourbures structurelles de la fibre. Les deux premiers types de pertes dépendent du

chemin parcouru par les rayons, le troisième du nombre de réflexions qu'ils subissent. Il est clair, en regardant la figure 2, que les modes d'ordres supérieurs parcourent un plus long chemin et subissent plus de réflexions que les modes d'ordres inférieurs, donc ont de plus fortes pertes. Les modes d'ordres supérieurs sont favorisés par les grandes ouvertures numériques et les fibres à grande ON ont donc de fortes pertes, par contre, elles présentent des pertes de couplage moins importantes. Les pertes de transmission sont exponentielles et, par conséquent, exprimées en dB/km.

Les pertes de couplage entre fibres ou entre fibre et système ont quatre causes principales : 1. le rapport entre ouvertures numériques; 2. le rapport entre les surfaces des fenêtres optiques en vis-à-vis; 3. gradients d'indice relatifs des fenêtres optiques; 4. les pertes de Fresnel (réflexion). Sont à prendre en compte d'autre part, le mauvais alignement et l'espace entre fibres aux points de raccordement.

Les pertes relatives à l'ON peuvent être négligées lorsque l'ouverture numérique de la partie réceptrice (fibre ou récepteur) est supérieur à celle de la source (fibre ou émetteur).

(5) PERTES ON (dB) =

$$20 \log \frac{\text{ON de la fenêtre de la source}}{\text{ON de la fenêtre du récepteur}} = \alpha_{ON}$$

Le rapport entre les ON peut être également négligé lorsque la surface de la fenêtre du récepteur est supérieure à celle de l'émetteur.

(6) PERTES DUES AU RAPPORT DES SURFACES

$$\text{(dB)} = 20 \log \frac{\text{Diamètre de la source}}{\text{Diamètre du récepteur}} = \alpha_A$$

Pour appliquer l'équation (6) à une fibre unique, il faut faire intervenir la SURFACE DU COEUR.

Les pertes dues aux différences d'indices peuvent être ignorées lorsque le coefficient de gradient d'indice est plus grand du côté récepteur que du côté source, autrement :

(7) PERTES DE GRADIENT D'INDICE (dB) =

$$10 \log \frac{1 + \frac{2}{\alpha_R}}{1 + \frac{2}{\alpha_S}} = \alpha_I$$

ou

α_R = coefficient de gradient d'indice du détecteur

et

α_S = coefficient de gradient d'indice de l'origine

Le coefficient de gradient d'indice est décrit plus loin au paragraphe Technologie.

Les pertes de Fresnel sont dues au passage d'un milieu d'indice donné à un autre, d'indice différent. Une partie du rayonnement est réfléchie, une autre transmise; cette dernière est définie par la transmittance τ , les pertes ont pour valeur :

(8) PERTES DE FRESNEL (dB) = $10 \log \frac{1}{\tau}$

$$= 10 \log \frac{2 + \frac{n_x}{n_y} + \frac{n_y}{n_x}}{4}$$

n_x = indice de réfraction du milieu x
n_y = indice de réfraction du milieu y

L'équation (8) montre que les pertes sont identiques dans les deux directions. Si deux fibres en regard sont séparées par une lame d'air ($n_x = 1$ (air) et $n_y = 1{,}49$ (coeur de la fibre)) les pertes de Fresnel sont de 0,17 dB, mais comme il y a passage fibre-air puis air-fibre, la perte de couplage totale est de 0,34 dB. Si la liaison compte plusieurs raccordements de ce genre, les pertes peuvent atteindre des valeurs importantes, que l'on peut réduire en utilisant, par exemple, un produit de couplage à base de silicone pour éliminer l'intervalle.

L'usage d'un produit de couplage est surtout intéressant à l'interface fibre-DEL ou source d'infra-rouge. Ces sources sont fabriquées à partir de GaAs ou d'une substance similaire dont l'indice de réfraction est de 3,6. Avec un tel indice, une colle époxy peut réduire les pertes de 1 dB environ. La figure 3 illustre le mécanisme du couplage.

A l'extrémité du récepteur, là où le silicium du détecteur a un indice de réfraction proche de 3,6, les pertes de Fresnel sont également très fortes.

Les pertes de Fresnel, qui ont lieu sur les surfaces de l'émetteur et du détecteur, peuvent généralement être ignorées au moment de la conception de systèmes dont les composants sont équipés soit de connecteurs, soit de fenêtres à fibres amorces. Ceci est possible parce que les performances de ces composants sont habituellement spécifiées par rapport à la fenêtre optique externe de sorte que les pertes de Fresnel internes ont déja été prises en compte.

Temps de montee

La bande passante d'une fibre optique est limitée d'une part par la dispersion due au MATERIAU et d'autre part par celle due aux MODES. Tous deux ont une influence directe sur la vitesse de transmission de la lumière dans le coeur, vitesse inversement proportionnelle à l'indice de réfraction du matériau et comme il varie en fonction de la longueur d'onde de la source, les longueurs d'onde pour lesquelles l'indice est le plus faible se propagent plus vite que celles pour lesquelles l'indice est le plus fort : en conséquence, toutes les fréquences émises simultanément par la source à l'entrée n'arriveront pas ensemble à la sortie et il s'ensuivra une dispersion due au temps de transit. La dispersion due au matériau peut être réduite en utilisant une source à bande étroite comme les lasers, ou des fibres d'indice constant sur tout le spectre de la source.

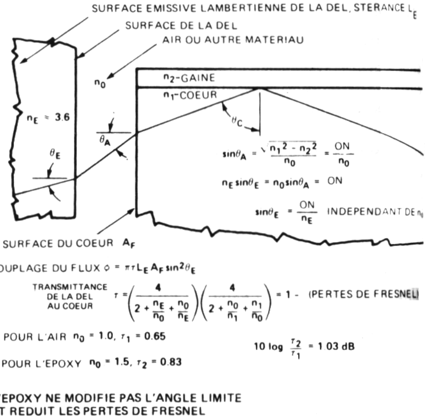


FIGURE 3 — Effets de l'angle limite et des pertes de Fresnel

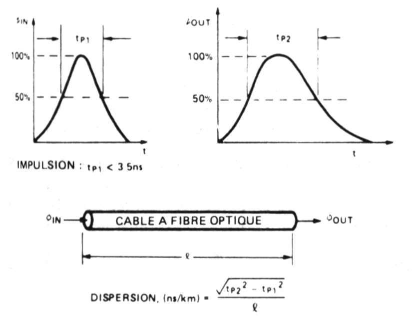


FIGURE 4 — Mesure de la dispersion du temps de montée

La figure 2 montre que les rayons parallèles à l'axe de la fibre parcourent une distance plus faible que les rayons non parallèles, les rayons se propageant dans les modes d'ordres supérieurs auront un temps de transit supérieur à ceux des modes d'ordres inférieurs, et il s'ensuivra que les rayons émis simultanément arriveront à l'extrémité de la fibre en ordre dispersé. Cette dispersion appelée DISPERSION MODALE peut être réduire en diminuant l'ouverture numérique pour ne permettre la transmission que des modes d'ordres inférieurs, ou en utilisant une fibre à gradient d'indice.

Que la dispersion soit due au matériau ou aux modes (ou aux deux), elle se mesure comme il apparaît à la figure 4, en appliquant une impulsion de flux et en mesurant les bandes passantes à 3 dB à l'entrée et à la sortie d'une fibre assez longue pour présenter une dispersion. La dispersion du temps de montée se définit alors comme suit :

(9) DISPERSION DU TEMPS DE MONTEE

$$\frac{\Delta t}{\ell} \text{ (ns/km)} = \frac{1}{\ell}[tp2^2 - tp1^2]^{0,5}$$

où ℓ = longueur de la fibre (en kilomètres), tp_1 et tp_2 sont les temps en nanosecondes (ou FWHM), correspondant aux bandes passantes à 3 dB, des impulsions entrant et sortant de la fibre.

La réponse en fréquence d'une fibre a une pondération de 6 dB par octave ce qui permet d'assimiler les effets de la dispersion du temps de montée au produit d'une longueur par une bande passante.

(10) BANDE PASSANTE A 3 dB · LONGUEUR (MHz · km)

$$= \frac{350}{\text{DISPERSION (ns/km)}}$$

Technologie

Les fibres ayant une frontière bien définie entre coeur et gaine sont dites à SAUT D'INDICE. La réflexion sur l'interface n'est pas un phénomène sans dimensions; le rayon réfléchi pénètre légèrement dans la gaine d'où de faibles pertes. Celles-ci sont visibles, elles provoquent une légère lueur à la surface de la fibre. Pour réduire de telles pertes, il est possible de forcer les rayons à changer de direction moins brusquement en utilisant un indice de réfraction diminuant régulièrement entre l'axe et la gaine. La trajectoire des rayons dans une telle fibre dite à GRADIENT D'INDICE est montrée figure 5. Ces fibres ont non seulement de faibles pertes de transmission mais aussi de faibles pertes modales. Les modes d'ordres supérieurs auront un cheminement plus long mais hors de l'axe dans les régions à faible indice, leur vitesse augmentera et la différence de vitesse entre les modes d'ordres supérieurs et inférieurs sera plus faible que dans les fibres à saut d'indice.

Entre le centre du cœur et son diamètre extérieur (paroi interne de la gaine), la variation de l'indice de réfraction peut être décrite par le coefficient de gradient d'indice, α, en utilisant la formule approximative suivante :

$$\left(\frac{n_1{}^2 - n^2}{n_1{}^2 - n_2{}^2}\right) = \left(\frac{r}{a}\right)^{\alpha} \quad \text{au rayon, r} \quad 0 < r < a$$

où

a = rayon du cœur
n = indice de réfraction à r
n_2 = indice de réfraction à r = a
n_1 = indice de réfraction à r = 0

Avec $\alpha = 2$, le profil de l'indice de réfraction est à peu près parabolique et la dispersion due au mode est réduite au minimum. Ceci s'appelle un indice à gradient complet. Toutefois, comme il apparaît à l'équation (7), il existe une autre perte de couplage à l'endroit où le flux est transmis par une fibre à indice élevé à une fibre à indice bas. Pour les vitesses de transmission de données et les distances moyennes, une valeur du coefficient de gradient d'indice ($\alpha \approx 8$) optimise les performances, donnant naissance à ce que l'on appelle un indice à gradient partiel. Dans les fibres à saut d'indice, le coefficient de gradient d'indice est si fort ($\alpha \approx 100$) que la perte de gradient d'indice peut être ignorée.

Les fibres à gradient d'indice sont chères et présentent des pertes de couplage supérieures à celles des fibres à saut d'indice. Elles sont toutefois utilisées pour les distances de plusieurs kilomètres ou pour transmettre des signaux dont la fréquence dépasse 50 MHz. Pour les distances plus courtes, il existe toute une gamme de fibres à saut d'indice.

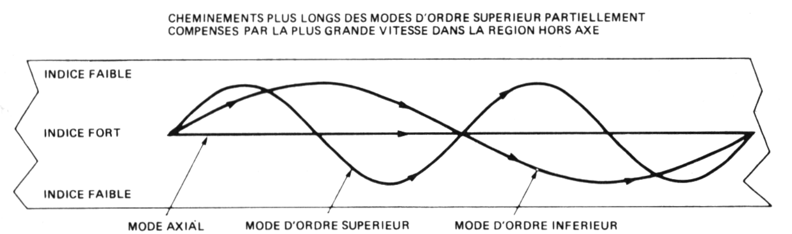


FIGURE 5 — Fibre à gradient d'indice

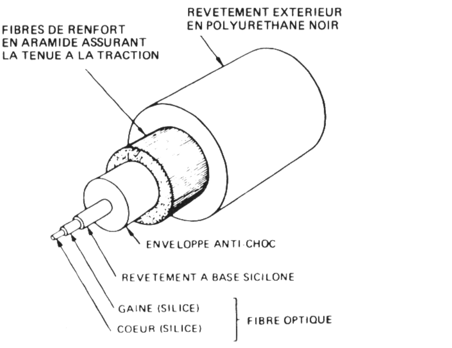


FIGURE 6 — Constitution d'un câble à saut d'indice Hewlett-Packard

La figure 6 donne la constitution d'un câble optique Hewlett-Packard. L'âme du câble à saut d'indice est constituée par un coeur en silice entouré d'une gaine également en silice de très faible épaisseur (20 μm) protégée par un revêtement à base de silicone. La résistance à la traction est assurée par un toron de fibres en plastique entourant une première enveloppe anti-chocs (passage des câbles dans des conduits), puis eux-mêmes recouverts d'un isolant protégeant le câble de l'écrasement et des chocs. Ces câbles supportent ainsi des contraintes bien supérieures aux câbles électriques normaux.

Les autres matériaux utilisés dans les fibres à saut d'indice sont le verre avec gaine de verre, le verre ou la silice avec gaine en plastique, le plastique avec gaine en plastique. Leur ouverture numérique s'étage entre 0,2 et plus de 0,5 et leurs pertes entre 10 et 1000 dB/km. Quelques fabricants fournissent des fibres en faisceau dont chacune est suffisamment fine pour avoir une très grande souplesse. A la naissance de cette technologie, on estimait nécessaire les faisceaux de fibres car la coupure de l'une d'entre elle n'entraînait pas la rupture de la liaison, et leur diamètre facilitait la réalisation des connecteurs (tolérances moins serrées). L'utilité des faisceaux s'avère moindre à l'heure actuelle, car l'expérience a montré qu'une fibre optique est beaucoup plus solide qu'on ne l'espérait et l'on a réussi à réaliser des connecteurs suffisamment précis pour obtenir un alignement correct, ceci pour des fibres très fines et sans pertes exagérées.

Bilan de flux lumineux

Le flux nécessaire à l'établissement d'une liaison par fibre optique dépend des caractéristiques de bruit du récepteur, de la bande passante, des pertes dans les connecteurs et des pertes de transmission dans le câble.

Le flux à l'entrée du récepteur doit être suffisant pour que le rapport signal/bruit du récepteur donne un faible taux d'erreur, P_e. Dans le système de fibres optiques Hewlett-Packard, la bande passante et le facteur de bruit permettent un P_e inférieur à 10^{-9} pour un flux à l'entrée de 0,8 μW, dans les plus mauvaises conditions. Avec un flux supérieur, P_e est encore réduit. En considérant le flux nécessaire au récepteur, celui que doit fournir l'émetteur est calculé avec la formule suivante :

$$(11) \quad 10 \log \left(\frac{\phi_T}{\phi_R}\right) = \alpha_0 \ell + \alpha_{TC} + \alpha_{CR} + n\alpha_{CC} + \alpha_M$$

ϕ_T : flux en μW disponible en sortie de l'émetteur (identifié à une puissance)

ϕ_R : flux en μW nécessaire au récepteur pour la valeur P_e

α_0 : atténuation de la fibre en dB/km

ℓ : longueur de la fibre en km

α_{TC} : pertes de couplage émetteur-fibre en dB

α_{CC} : pertes de couplage fibre-fibre (connecteur) en dB

n : nombre de connecteurs (ne concerne ni le connecteur du récepteur ni celui de l'émetteur)

α_{CR} : pertes de couplage fibre-récepteur en dB

α_M : marge de sécurité prévue par le constructeur

L'équation (11) est appelée BILAN DE FLUX DE LIAISON et se présente graphiquement comme sur la figure 7. La même unité de base, le watt, est utilisée pour le flux et la puissance, il est ainsi possible d'exprimer le flux en dBm.

$$(12) \quad \phi\,(\text{dBm}) = 10 \log \left(\frac{\phi\,(\text{mW})}{1\text{ mW}}\right) = 10 \log \left(\frac{\phi\,(\mu\text{W})}{1000\,\mu\text{W}}\right)$$

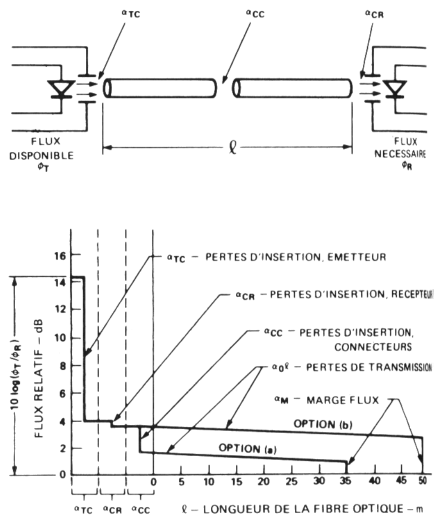


FIGURE 7 — Représentation graphique du bilan de flux de la liaison

Exemple de bilan :

1. Emetteur $\phi_T = 44\ \mu W^*$
2. Récepteur $\phi_R = 1{,}6\ \mu W^*$

$$> 10 \log\left(\frac{\phi_T}{\phi_R}\right) = 14{,}39 \text{ dB}$$

* crête à crête

Fenêtre optique de l'émetteur :
ON = 0,5, diamètre = 200 μm, α = 100

Fibre optique :
ON = 0,3, diamètre cœur = 100 μm, α = 10

3. Suivant les équations (5), (6), (7) :

$$\alpha_{TC} = \alpha_{ON} + \alpha_A + \alpha_I$$

$$= 20 \log\left(\frac{0{,}5}{0{,}3}\right) + 20 \log\left(\frac{200}{100}\right) + 10 \log\left(\frac{1 + \frac{2}{10}}{1 + \frac{2}{100}}\right)$$

$$= 4{,}44 \text{ dB} + 6{,}02 \text{ dB} + 0{,}71 \text{ dB} = 11{,}17 \text{ dB}$$

Fenêtre optique du récepteur :
ON = 0,5, diamètre = 200 μm, α = 100

4. Le diamètre de la fenêtre, l'ON du récepteur et α étant supérieurs à ceux de la fibre, il y a peu de pertes de Fresnel et on estime α_{CR} à 0,17 dB environ.

5. On utilise l'équation (11) pour calculer les pertes max. admissibles dans le câble.

$$14{,}39\ dB = \alpha_0 \ell + 11{,}17\ dB + n\alpha_{CC} + 0{,}17\ dB + \alpha_M$$

$$\alpha_0 \ell + n\alpha_{CC} + \alpha_M = (14{,}39 - 11{,}17 - 0{,}17)\ dB = 3{,}05\ dB$$

6. Pour tenir compte des pertes provoquées par le câblage, il y a deux options possibles :

a) Avec un connecteur en ligne, en prévoyant éventuellement l'insertion ultérieure d'un répéteur. Si l'on retient la valeur 2 dB pour le connecteur, il résulte :

$$\alpha_0 \ell + \alpha_M = 3{,}05 - 2 = 1{,}05\ dB$$

Le câble présentant une atténuation de 20 dB/km, une longueur de 35 m donne :

$$\alpha_M = 1{,}05 - (0{,}02\ dB/m)\ (35\ m) = 0{,}35\ dB$$

b) Sans connecteur en ligne, il faut seulement tenir compte de l'atténuation. Une longueur de 50 m donne le résulat suivant :

$$\alpha_M = 3{,}05 - (0{,}02\ dB/m)\ (50\ m) = 2{,}05\ dB$$

En ce qui concerne le bilan de flux, α_M doit être suffisant pour compenser la dégradation du générateur (DEL, infra-rouge, laser, etc.). D'autre part, α_M doit rester au-dessous de certaines limites pour ne pas dépasser la gamme dynamique du récepteur.

Gamme dynamique du récepteur

Le récepteur doit avoir une dynamique suffisante pour compenser toutes les variations possibles. Si le système doit fonctionner entre 10 et 1000 m avec un câble de 12,5 dB/km, en trois tronçons reliés par deux connecteurs, la gamme dynamique du récepteur doit être au minimum de :

$\alpha_0 \ell = 1$ km x 12,5 dB/km	=	12,5 dB
$n\alpha_{CC} = 2 \times 2$ dB	=	4,0 dB
α_M	=	3,0 dB
Estimation des pertes dues à la température	=	1,0 dB
Total :		20,5 dB

La grande sensibilité et une telle gamme dynamique supposent deux caractéristiques importantes du récepteur : une commande automatique de niveau et le couplage alternatif, ou un système équivalent. Le couplage alternatif permet au repos de stabiliser la sortie de l'amplificateur à un niveau fixe par rapport au niveau du seuil logique : une très petite variation du signal entraîne le dépassement de ce seuil en sortie. Cette fonction s'appelle rétablissement de la composante continue.

La commande automatique de niveau (CAN) stabilise le gain de l'amplificateur. Les signaux de faible amplitude sont amplifiés au maximum, alors que les signaux de grande amplitude sont ramenés, si nécessaire, à un niveau qui empêche la saturation de l'amplificateur de sortie. La saturation affecte le temps de propagation si bien que la CAN est indispensable pour conserver les performances à grande vitesse, à faible comme à fort niveau.

SYSTEME DE TRANSMISSION PAR FIBRE OPTIQUE HEWLETT-PACKARD

Ce système a été développé pour atteindre les objectifs suivants : facilité de mise en oeuvre et souplesse d'utilisation tout en conservant un taux d'erreur P_e, inférieur à 10^{-9} à 10 Mb/s NRZ sur des distances moyennes. Construction robuste et performances constantes. Coûts de fabrication très serrés pour conserver un rapport prix/performances attractif.

La simplicité d'emploi est due à plusieurs caractéristiques. Le récepteur et l'émetteur s'alimentent sous 5 V. Toutes les fonctions à l'entrée et à la sortie ont des niveaux TTL. Le récepteur n'a besoin d'aucun réglage, sa gamme dynamique (21 dB au minimum) est suffisante pour compenser les variations de longueur de la fibre comme le vieillissement et les effets de la température. Lorsque le système fonctionne en mode «code interne», les données sont synchronisées arbitrairement en code NRZ et il n'est pas plus compliqué à utiliser qu'un élément logique non inverseur. Le récepteur possède deux points de contrôle des performances. La sortie «contrôle de liaison» fournit les indications numériques sur la qualité du circuit, la borne test permet de contrôler la marge de sécurité du flux.

Les fenêtres optiques de l'émetteur et du récepteur sont très bien définies par les conduits en fibres optiques insérés dans un support sur lequel s'auto-aligne le connecteur. La faible hauteur des boîtiers permet de les souder directement sur des cartes imprimées et autorise des espacements entre cartes de 12,5 mm seulement.

Le mode «code interne» est le moyen le plus simple de faire fonctionner le système HP. Il n'apporte aucune restriction au format des données tant que la durée des impulsions négatives ou positives n'est pas inférieure au minimum spécifié. Cette simplicité a été obtenue grâce à l'utilisation d'un code à trois niveaux appelé CODE A IMPULSIONS BIPOLAIRES (PBP, PULSE BIPOLAR). Ce mode est commandé par la simple mise à la masse ou en appliquant un signal logique de niveau bas à la broche SELECTION MODE (MODE SELECT) de l'émetteur; aucun réglage ni mise en forme du signal ne sont nécessaires sur le récepteur car il est conçu pour ce code.

Le «code externe» fait de la forme d'onde du flux de sortie une copie numérique du signal d'entrée des données. Ce mode à deux niveaux est appelé mode FULL ON-OFF (FOO) = tout ou rien; pour le sélectionner, il faut appliquer un état logique haut (ou V_{CC}) à la broche SELECTION MODE (MODE SELECT). Lorsque le mode FOO est mis en œuvre avec le récepteur Hewlett-Packard, le signal d'entrée des données doit avoir un rapport cyclique de 50%, comme il est expliqué plus loin.

Emetteur

La figure 8 donne le schéma de fonctionnement de l'émetteur, la forme des signaux et le flux lumineux résultant. Le principe en est valable mais les circuits n'ont pas cette disposition en réalité. Par exemple, la compensation du coefficient de température de la DEL ou de l'émetteur IR se fait par compensation partielle sur les sources de courant. La figure 8 met en relief cinq points importants.

1. Le courant de polarisation I_C n'est jamais coupé même lorsque l'émetteur est en mode «code extérieur» (niveau haut sur la borne SELECTION MODE), ce qui permet d'améliorer la vitesse de commutation de la source de lumière sur code intérieur ou extérieur, et de stabiliser la symétrie du rapport d'excursion du flux, k (de l'équation (14)), en mode interne.
2. Noter que .

   ϕ_L , flux au niveau bas est produit par I_C
   ϕ_M , flux au niveau moyen est produit par $I_B + I_C$
   ϕ_H , flux au niveau haut est produit par $I_A + I_B + I_C$

   Le paramètre important vu du récepteur est l'excursion de flux $\Delta\phi$ produit en commutant I_A et I_B; le flux moyen naturellement assujetti à l'excursion du flux n'a pas la même importance dans le calcul du rapport signal/bruit du système.

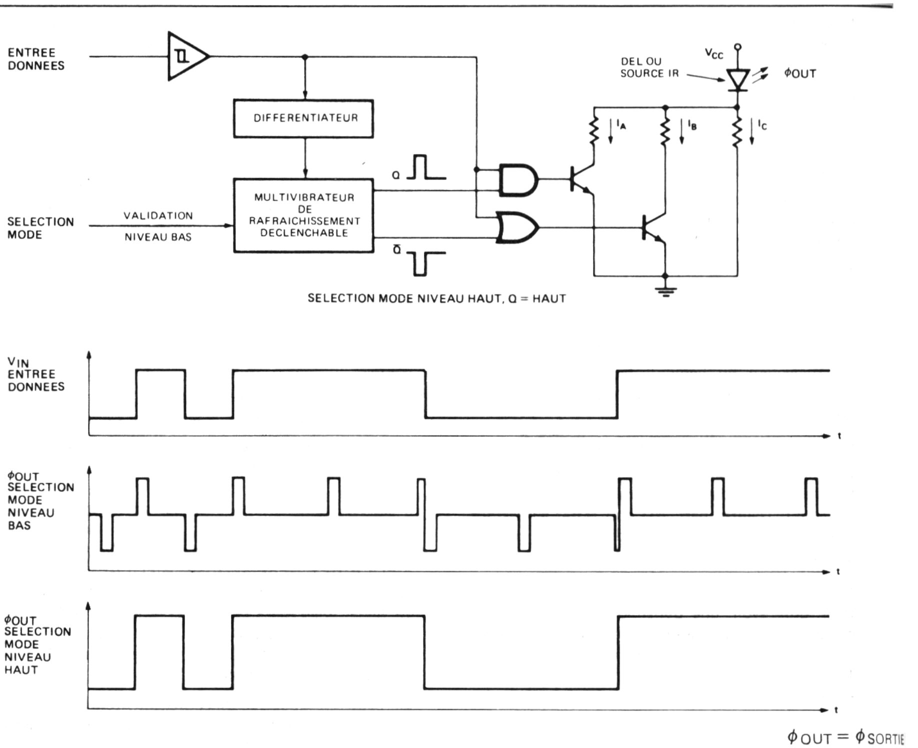


FIGURE 8 — Schéma de fonctionnement de l'émetteur et forme des signaux

3. En code à trois niveaux, si l'on applique un signal à 500 kHz sur l'entrée DONNEES, il n'y aura qu'une seule impulsion de rafraîchissement pour chaque état logique. Les excursions $\phi_H - \phi_M$ et $\phi_M - \phi_L$ sont presque équilibrées pour qu'un flux-mètre donnant le niveau moyen indique un ϕ_M inférieur à + 0,6% ou à − 0,6% suivant que le rapport d'excursions k est à sa limite maximale ou minimale.

4. En code à trois niveaux, toute transition à l'entrée DONNEES (H-L ou L-H) déclenche le multivibrateur de rafraîchissement qui envoie un train d'impulsions ayant toutes la même durée qu'elles soient à l'état haut ou à l'état bas. On maintient ainsi le flux moyen à un niveau très proche du niveau médian même lorsque la durée de la donnée, synchronisée arbitrairement, est très courte. Une impulsion de rafraîchissement quelconque est coupée par l'apparition d'une transition à l'entrée, ce qui élimine toute instabilité supplémentaire ($\approx$ 15 ns) lorsque la durée des données à l'entrée est égale ou très proche de l'intervalle entre les impulsions de rafraîchissement. Le temps entre deux rafraîchissements est très long comparé à la durée de l'impulsion de rafraîchissement, le rapport cyclique étant de l'ordre de 2%; ceci permet de maintenir le flux moyen aux environs du niveau médian quel que soit le temps pendant lequel la donnée reste dans l'un ou l'autre état logique. La seule condition, pour que le flux moyen diffère de manière significative du niveau médian, est que la donnée à l'entrée reste dans un état logique pendant une période inférieure à la durée d'une impulsion de rafraîchissement. Si cela se produit, le format doit être modifié pour équilibrer le nombre de 0 et de 1 comme dans le code MANCHESTER. Ce format permet d'utiliser le mode «code interne» Hewlett-Packard depuis des vitesses très faibles jusqu'à plus de 10 Mbauds, la limite absolue correspondant à des intervalles entre signaux de l'ordre de t_{PLH} et t_{PHL}.

5. En mode «choix niveau haut», la sortie Q du multivibrateur de rafraîchissement est à l'état haut ($\overline{Q}$ est à l'état bas). Dans ce cas, il se produit un passage des courants I_A et I_B lorsque l'entrée «données» est au niveau haut et leur blocage lorsqu'elle est au niveau bas. L'excursion du flux en sortie est alors la réplique exacte des données à l'entrée.

Mesure du flux

L'émetteur comporte deux paramètres importants pour le flux, l'excursion du flux et le rapport d'excursion du flux. L'excursion du flux se définit comme étant la moitié de la valeur crête-à-crête :

$$\text{(13)}\quad \text{EXCURSION DU FLUX, } \Delta\phi = \frac{\phi_H - \phi_L}{2}$$

Le rapport d'excursion du flux se définit comme le rapport de l'excursion au-dessus du niveau moyen sur l'excursion en dessous de la valeur moyenne. En mode code impulsions bipolaires, le flux moyen est le flux à mi-niveau et le rapport d'excursion de flux est établi par le circuit interne de l'émetteur.

$$\text{(14)}\quad \text{RAPPORT D'EXCURSION DU FLUX, } k = \frac{\phi_H - \phi_M}{\phi_M - \phi_L}$$

Idéalement, k = 1 parce que les niveaux logiques du récepteur sont référencés par rapport au niveau moyen du flux et que, de ce fait, les spécifications du facteur k sont données dans les fiches techniques. La vérification de ces paramètres importants n'exige pas d'équipement sophistiqué; un simple fluxmètre donnant la valeur moyenne peut être utilisé en faisant fonctionner l'émetteur en trois situations et en faisant ensuite un calcul simple à partir des valeurs lues sur le fluxmètre :

PHASE	SELECTION MODE (MODE)	ENTREE DES DONNEES	SORTIE FLUX (VALEUR MOYENNE)	FLUX OBSERVE
1	H (FOO)	L	ϕ_L	A
2		500 kHz 50% RC	$\frac{\phi_H + \phi_L}{2}$	B
3	L (PBP)		ϕ_M	C

$$\Delta\phi = \frac{\phi_H - \phi_L}{2} = (B - A)$$

$$k = \frac{\phi_H - \phi_M}{\phi_M - \phi_L} = \frac{\phi_H - \phi_L}{\phi_M - \phi_L} - 1 = \frac{2\,(B - A)}{C - A} - 1$$

L'observation peut encore être davantage simplifiée en omettant la modulation 500 kHz à la phase 2 et en mesurant ϕ_H directement en mettant l'entrée des données à un état haut stationnaire à l'aide de «Sélection Mode» à l'état haut (FOO). Toutefois, ceci aurait pour effet de porter la température de la jonction de la diode émetteur à une valeur anormalement élevée qui se traduirait donc par une mesure incorrecte.

En mode FOO, il n'y a bien entendu pas de niveau moyen du flux. Néanmoins, la définition du rapport d'excursion est la même que pour le mode Code Impulsions Polaires et dans l'équation (14), la valeur moyenne du flux est utilisée à la place du flux à mi-niveau, ϕ_M. En mode FOO, le flux moyen est :

(15) NIVEAU MOYEN DU FLUX (mode FOO) =

$$= \frac{\phi_H\,\Sigma t_H + \phi_L\,\Sigma t_L}{\Sigma t_H + \Sigma t_L}$$

Σt_H étant le temps total pendant lequel le flux est au niveau ϕ_H

Σt_L celui pendant lequel il est au niveau ϕ_L

Si l'on remplace ϕ_M de l'équation (14) par l'expression de l'équation (15) cela donne :

(16) RAPPORT D'EXCURSION DU FLUX, $k = \frac{\Sigma t_L}{\Sigma t_H}$

Cette dernière équation permet de remarquer que pour avoir k = 1, en mode FOO, le rapport cyclique doit être de 50% en moyenne, ce qui signifie qu'en moyennant les intervalles, le nombre des intervalles hauts doit équilibrer le nombre des intervalles bas, comme en code Manchester.

L'utilisation du mode FOO exige d'autre part que le signal à l'entrée reste moins de 5 µs au niveau haut ou bas, ceci pour éviter de forcer le rétablisseur de courant continu à fournir une tension trop éloignée de sa valeur pour un flux moyen et ainsi perdre un certain nombre de bits.

Récepteur

Le schéma de fonctionnement du récepteur est donné figure 9. Il est constitué par les quatre blocs fonctionnels suivants :

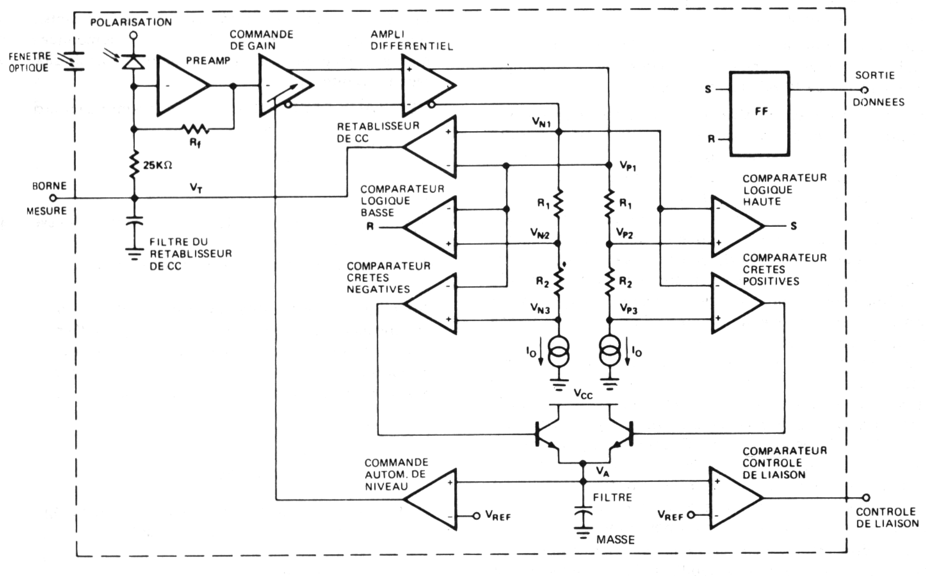


FIGURE 9 – Schéma de fonctionnement du récepteur

1. Un amplificateur avec sa commande automatique de gain et sorties déphasées et leur diviseur de tension.
2. Un rétablisseur de courant continu à très grande constante de temps.
3. Des comparateurs logiques avec verrouillage R.S.
4. Un comparateur de crêtes positives et un comparateur de crêtes négatives avec sortie unique attaquant d'une part la CAN et de l'autre les circuits de contrôle de liaison (sortie CONTROLE).

Le flux optique à l'entrée transformé en photocourant, I_P, par la diode PIN, puis converti en tension par les préamplificateurs. Cette tension est ensuite amplifiée puis transformée pour qu'à un flux croissant corresponde une tension positive croissante en V_{P1} et une tension négative décroissante en V_{N1}. Les deux tensions sont ensuite appliquées aux entrées différentielles de l'amplificateur RETABLISSEUR DE COURANT CONTINU, dont la tension de sortie V_T décroît jusqu'à ce qu'elle soit suffisamment basse pour dévier le photocourant à travers la résistance de 25 kΩ, ce qui amène V_{P1} et V_{N1} pratiquement à égalité lorsque le flux à l'entrée est à son niveau moyen. La très grande constante de temps nécessaire à la stabilisation de la boucle, lorsque le niveau du flux est si faible que la commande automatique de niveau (CAN) n'apporte aucune réduction de gain, donc un grand gain de boucle, est obtenue par le condensateur de filtrage C_F combiné avec la très grande impédance de sortie de l'amplificateur rétablisseur. Sans flux à l'entrée $V_T = V_{TMAX}$. Lors de la croissance de l'intensité, V_T chute proportionnellement, ce qui permet d'utiliser la tension sur la sortie MESURE comme indicateur de flux moyen. Avec la fenêtre optique du récepteur, la réponse de la diode PIN est d'environ 0,4 A/W, ce qui donne la formule :

(17) FLUX MOYEN A L'ENTREE, ϕ_{AV} (μW)

$$\approx \frac{(V_{TMAX} - V_T)\ (\text{mV})}{10}$$

V_{TMAX} correspondant à la tension sur la borne MESURE sans signal à l'entrée.

Pour ne pas obtenir de lecture erronée sur le point de MESURE, utiliser un appareil de mesure ayant une impédance d'entrée de 10 MΩ au minimum.

Les tensions croissante V_{P1} et décroissante V_{N1} étant à peu près égales pour le niveau moyen du flux, les sorties des deux comparateurs logiques sont au niveau bas. La réponse du rétablisseur étant beaucoup plus lente que la croissance du flux, ce dernier va entraîner la croissance de V_{P1} et la décroissance de V_{N1}. Pour une excursion positive suffisamment grande, la tension à l'entrée du comparateur logique HAUTE ($V_{P2} - V_{N1}$) va devenir positive et produire une impulsion d'excitation (SET) en sortie de la bascule R.S. De même, une excursion négative rendra ($V_{N2} - V_{P1}$) positive et produira une impulsion RESET. Une plus grande amplitude de l'excursion positive provoquera le passage de la tension d'entrée du détecteur de tension crête d'une valeur négative à une valeur positive ($V_{P3} - V_{N1}$) et le passage d'un courant dans le condensateur de filtrage de la CAN. Lorsque V_A commence à dépasser V_{REF}, l'amplificateur de CAN agira sur le CAG pour limiter le gain du récepteur. L'action de la CAN est identique pour les excursions négatives si bien que le gain du récepteur est déterminé par l'excursion, qu'elle soit positive ou négative, en fonction de son amplitude, c'est pourquoi, les excursions doivent être relativement équilibrées par rapport au niveau du flux moyen. Le déséquilibre vient essentiellement des résistances disposées dans les diviseurs de tensions positive et négative. L'action de la CAN limite l'excursion à une tension égale à $I_0\ (R_1 + R_2)$ alors que le seuil logique est égal à $I_0 R_1$. Ces limites sont déterminées par les tolérances sur les résistances et les sources de courant. Remarquer que la tension de CAN, V_A, déclenche à la fois le comparateur de la commande automatique de niveau et celui du contrôle de liaison; il s'ensuit que pour un niveau haut à la sortie contrôle :

1. l'excursion à l'entrée est telle qu'elle agit sur la CAN (limitation du gain),
2. l'excursion est plus que suffisante pour que le comparateur logique fonctionne.

REMARQUE : La sortie CONTROLE peut être à un niveau haut pour k hors des limites spécifiées, si bien que $P_e > 10^{-9}$. Réciproquement, à cause de la marge de sécurité utilisée avec le récepteur, il est possible d'avoir $P_e < 10^{-9}$ avec des excursions trop faibles pour avoir un niveau haut sur la sortie CONTROLE.

FONCTIONNEMENT

Avec composants Hewlett-Packard

Le problème majeur sur les liaisons par fibres optiques concerne le bilan de flux que nous avons étudié précédemment. Les autres problèmes concernant la vitesse de transmission des données, leur format et leur interface avec d'autres éléments de transmission de données.

L'évaluation du bilan de flux est très simple dans la plupart des cas avec les éléments Hewlett-Packard : il suffit d'additionner les valeurs données dans les fiches techniques concernant l'émetteur, les câbles de liaison et le récepteur.

Si l'on utilise d'autres composants Hewlett-Packard, les caractéristiques optiques du récepteur ne sont pas critiques; leur fenêtre optique et leur ouverture numérique sont nettement plus grandes que le diamètre et l'ouverture numérique du câble. Ils ont une très grande sensibilité et leur réponse est pratiquement constante pour toute la largeur du spectre émis par l'émetteur.

Avec composants d'autres constructeurs

Lorsque l'on utilise des câbles d'autres fabricants, il faut tenir compte des pertes d'ouverture numérique et de mauvaise adaptation. Le taux effectif se calcule alors de la façon suivante :

(18) TAUX EFFECTIF DE FLUX (spectre de source),

$$\text{TEF} = \frac{\int \phi_\lambda R_{r\lambda}\, d\lambda}{\int \phi_\lambda\, d\lambda}$$

Avec

$R_{r\lambda}$ réponse spectrale relative du récepteur (relevée dans les spécifications)

ϕ_λ courbe de réponse spectrale de la source

Si les pertes dans le câble sont très sensibles aux différences de longueur d'ondes émises par le spectre de l'émetteur, la transmittance spectrale du câble doit être introduite dans le calcul du TEF. Comme elle varie avec la longueur du câble, elle doit être calculée pour la longueur de câble nécessaire.

(19) TEF (câble et source), TEF_{CS}

$$= \frac{\int \tau_\lambda \phi_\lambda R_{r\lambda}\, d\lambda}{\int \tau_\lambda \phi_\lambda\, d\lambda}$$

τ_λ étant la transmittance spectrale d'une longueur spécifique de câble calculée avec la formule suivante :

$$(20) \quad \tau_\lambda = 10^{-\left(\frac{\ell}{10}\right) \alpha_{0\lambda}}$$

$\alpha_{0\lambda}$ représentant les pertes du câble utilisé en fonction de la longueur d'onde et ℓ la longueur du câble en km.

Au fur et à mesure que l'on réduit la longueur, τ_λ s'approche d'une constante qui permet de simplifier l'expression (19). Lorsque le taux effectif est nettement inférieur à l'unité, l'équation (11) devient :

$$(21)\quad 10 \log \left(\frac{\phi_T}{\phi_R}\right) = \alpha_{TC} + \alpha_{CR} + n\alpha_{CC} + \alpha_0 \ell + \alpha_M - 10 \log (TEF)$$

Les définitions de ces différents termes sont données à la suite des équations (11), (18) et (19).

Les fenêtres optiques des émetteurs Hewlett-Packard sont conçues pour s'adapter à des ensembles câble-connecteurs Hewlett-Packard, mais leurs caractéristiques demandent une adaptation plus complexe de la fenêtre optique que pour les récepteurs. Le bilan se calcule en relevant les valeurs et l'ON ainsi que les pertes de couplage émetteur-fibre α_{TC} (lorsqu'elles sont données) dans les fiches techniques. Sur de très courtes distances, avec plusieurs connecteurs en série sur le câble, il peut être avantageux d'utiliser des fibres de diamètre et d'ouverture numérique supérieurs, comme avec certaines fibres plastiques. Plus le diamètre est grand, moins il y a de pertes d'alignement. α_{TC} peut être de même réduit en utilisant un diamètre et une ouverture numérique de câble plus importants que ceux de l'émetteur, mais, si le diamètre du coeur dépasse une certaine valeur, α_{CR} (couplage fibre-récepteur) peut devenir prohibitif.

Vitesses des données et format

Les autres points particuliers, vitesse de transmission, format des données et interface, s'influencent mutuellement, en fonction des nécessités du système. Dans une liaison simple émetteur-récepteur, le bilan, avec une probabilité d'erreur P_e, détermine la vitesse de transmission en bauds (symboles par seconde), alors que la vitesse de transmission des données, en bits/s, dépend du format ou du code employé. Un code dans lequel le signal ne revient pas systématiquement à zéro s'appelle code NRZ (Non Retour à Zéro); dans ce cas, si le signal comporte une suite de «1», il reste au niveau «1»; si l'on est en présence d'une suite de «0», il reste au niveau «0». Pour le code RZ (Retour à Zéro), le niveau passe périodiquement du niveau «1» au niveau «0» ou inversement, ne restant jamais dans l'un des états pendant une durée supérieure à celle d'un demi-bit. La figure 10 illustre quelques types de codes. Remarquer que le code NRZ utilise plus complètement les possibilités du canal car il ne nécessite qu'un symbole par bit. Le code RZ présenté utilise deux symboles par bit, alors que d'autres peuvent demander un canal de capacité supérieure pour un débit de données déterminé. Le code NRZ exige un signal d'horloge sur le récepteur pour définir, à chaque intervalle, le temps de validité des données. Le moment où la donnée est synchronisée doit être suffisamment distant des flancs des intervalles pour éviter les déphasages provoqués par la gigue, le temps d'établissement ou le temps de propagation. Le signal d'horloge étant transmis séparément, son déphasage peut provoquer des erreurs à moins qu'il soit égal en direction et en amplitude à celui du signal sur le canal transmettant les données. Pour cette raison, les deux fibres optiques, transportant l'une des données, l'autre le signal de synchronisation, doivent utiliser le même type de câble et avoir la même longueur, à moins que la distance soit très faible. Remarquer que le temps de transit dans une fibre optique dépend de l'indice de réfraction du cœur, suivant la formule :

$$(22)\quad \text{TEMPS DE TRANSIT},\ t_\ell = \left(\frac{1}{c}\right) \ell n$$

dans laquelle :

- c vitesse de la lumière dans le vide ($c = 3.10^8$ m/s)
- ℓ longueur de la fibre en m
- n indice de réfraction

Le retard «t» s'obtenant en résolvant l'équation suivante :

$$(23)\quad \text{RETARD},\ t = \left(\frac{1}{c}\right) [\ \ell_2 n_2 - \ell_1 n_1\ ]$$

Certains codes sont auto-synchronisés. C'est-à-dire, qu'un canal séparé n'est pas nécessaire pour transmettre le signal de synchronisation. Ces codes sont donc préférables bien que leur vitesse de transmission soit inférieure à celle du code NRZ. Il faut remarquer que le système HP, en mode code interne, transmet aussi bien les codes NRZ que ceux de format et de rapport cyclique quelconques. En mode code externe, le système ne fonctionne qu'en code RZ, dans ce cas, le rapport cyclique doit être de 50% et les signaux doivent rester à l'état haut ou à l'état bas moins de 5 µs.

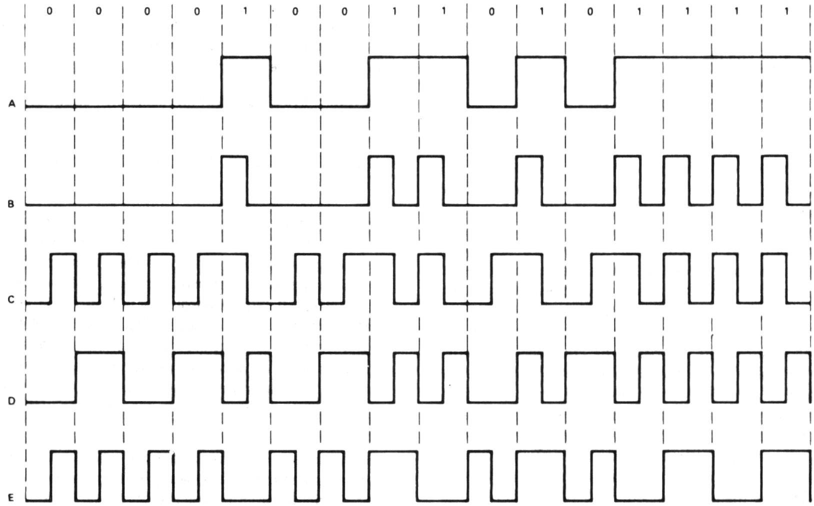
Le système HP a une capacité de 10 Mbauds. Si un débit plus important est nécessaire, les bits peuvent être transmis sur plusieurs canaux. Chaque canal étant codé, comme avec le code Mandester, la capacité de chaque canal atteint 5 Mb/s et pour transmettre 20 Mb/s, il faut quatre canaux. En code NRZ, les 20 Mb/s peuvent être transmis par deux canaux, un troisième canal transmettant le signal d'horloge. Si le débit dépasse 15 Mb/s, les codes NRZ demandent moins de canaux optiques.

Types de réseaux

Le montage en simplex de la figure 11 ne transmet les données que dans un seul sens et le format doit comporter les éléments de contrôle d'erreurs comme les bits de parité. Un réseau en duplex nécessite deux paires d'émetteurs et de récepteurs (E/R) et deux câbles pour permettre la transmission simultanée dans chaque sens, la seconde liaison autorisant aussi bien l'envoi de données que leur retour pour pouvoir en cas d'erreurs procéder aux corrections voulues. Les mêmes possibilités sont offertes en triplex ou en multiplex, mais le nombre de paires émetteur-récepteur augmente rapidement : $[\ n\ (n - 1)\ ]$ paires d'E/R pour n stations (voir figure 11).

Le semi-duplex (non illustré) permet à deux stations d'utiliser en alternance le même moyen de transmission. Une telle opération, courante et facile à réaliser avec des câbles électriques, est également possible avec un câble optique mais a l'inconvénient de nécessiter des déviations pour fibres optiques plus courantes et occasionnant de fortes pertes. Pour cette raison, ce réseau ne sera pas examiné dans cette note d'applications.

Il est possible d'employer un nombre inférieur de paires E/R, en utilisant une station multiplex pilote dont les éléments sont décrits figure 12. Ce dispositif n'exige que 2 (n − 1) paires E/R pour n stations (une pilote et n − 1 asservies). Son fonctionnement est différent du multiplex intégral de la figure 11 en ce sens que seule la station pilote communique avec les stations asservies : les données issues d'une de ces stations sont transmises à toutes les autres en passant obligatoirement par la station pilote, si on lui en donne l'ordre (ordre de retransmission $E_1 \ldots E_X$). Le contrôle des erreurs est ainsi possible. Quelque soit le nombre de stations, le délai de transmission entre stations



CODE		CARACTERISTIQUES	NOMBRE DE CANAUX NECESSAIRE		CONTINU	SIGNAL D'HORLOGE
A	Non retour à zéro (NRZ)	Haut pendant toute la durée des 1. Bas pendant toute la durée des 0.	1	Mbauds par Mb/s	Oui	Oui
B	Retour à zéro (RZ)	Momentanément haut pendant la durée des 1. Bas pendant toute la durée des 0	2	Mbauds par Mb/s	Non	Oui
C	Manchester (RZ auto-synchronisé)	Transitions positives pour les 0. Transitions négatives pour les 1.	2	Mbauds par Mb/s	Non	Non
D	Manchester biphasé	Chaque bit débute par une transition. Il n'y a pas de transition entre niveaux 0 successifs. Il y a une transition entre les niveaux 1 successifs.	2	Mbauds par Mb/s	Non	Non
E	Biphasé inverse	Idem biphasé mais les niveaux sont inversés.	2	Mbauds par Mb/s	Non	Non

FIGURE 10 — Exemples de codes NRZ et de codes RZ. Noter que les codes B, C, D et E ont un rapport cyclique de 50% (k = 1)

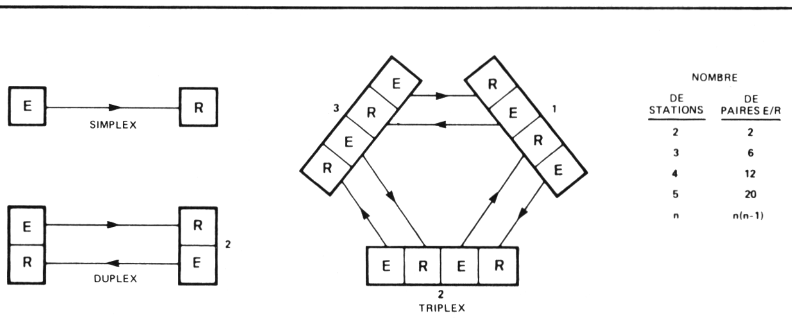


FIGURE 11 — Réseaux simplex, duplex et multiplex

asservies ne représente que celui apporté par les deux fibres optiques en y ajoutant celui des circuits de la station pilote. Le temps de retour des messages de contrôle est celui mis pour faire l'aller et retour auquel il faut ajouter la constante de temps des circuits. Le contrôle des erreurs à partir d'une station asservie suppose qu'il soit réalisé à son niveau et à celui de la station pilote. Cette configuration permet d'arrêter une ou plusieurs stations asservies en laissant les autres fonctionner. En compliquant un peu la logique de la station pilote, le système permet une très grande souplesse dans l'échange des données. Le schéma de la figure 12 illustre un tel exemple.

En admettant une moindre souplesse et un temps de transmission plus long, on peut utiliser moins de paire E/R en montant plusieurs stations bouclées (figure 13). Le système de multiplex qui ne demande qu'une paire E/R par station présente l'avantage supplémentaire de ne nécessiter le contrôle d'erreurs qu'au niveau de la station qui émet les données. Il présente toutefois les désavantages suivants : temps de transit des données dans la boucle, contrôle non absolu même si une station est désignée pour cela, enfin plus grave si l'on supprime une ou plusieurs stations elles doivent être remplacées par un câble d'un seul tenant à moins que le bilan permette l'utilisation de connecteurs, enfin la boucle engendre une addition d'erreurs à moins qu'elles soient corrigées.

Addition des erreurs

Lorsque la correction d'erreurs est impossible, les erreurs additionnées à chaque station relai peuvent devenir importantes. Utilisés dans les limites prescrites par les spécifications et avec un bilan de flux bien calculé, les émetteurs et récepteurs HP ont une probabilité d'erreur $P_e < 10^{-9}$ entre stations, ce qui signifie que $P_e < 10^{-9}$ tant que l'on fonctionne avec une marge de pertes α_M (dB) supérieure à zéro. Avec un nombre de répéteurs n, la probabilité d'erreurs, dans le cas le plus défavorable, est donnée par :

(24) PROBABILITE DE CUMULATION D'ERREURS,

$$P_{e,n} = 1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - P_{e,i}) \approx \sum_{i=1}^{n} P_{e,i}$$

avec $P_{e,i}$ représentant la probabilité d'erreurs dans le réseau «i»

Si l'on admet que chaque réseau a la même probabilité d'erreurs P_e, l'erreur totale devient :

(25) ERREUR TOTALE ESTIMEE $P_{e,n} \approx nP_e$

Cependant comme dans toute chaîne, la probabilité d'erreurs est habituellement celle correspondant à la liaison la plus mauvaise.

La mesure de la probabilité d'erreur peut être très longue si P_e a une valeur très faible. Supposons par exemple que $P_e = 10^{-9}$ à 10 Mbauds (TEB $= 10^{-9}$), si le système fonctionne 100 s et que l'on trouve une erreur, la valeur de P_e semble être confirmée, or cela n'est pas toujours vrai car $P_e = 10^{-9}$ est une valeur statistique signifiant que l'erreur moyenne sur plusieurs périodes de 100 s est de 10^{-9} Un moyen moins long de mesurer les erreurs est de réduire le niveau du signal jusqu'à ce que le taux d'erreurs $P_{e,n}$ soit suffisamment important sur une période assez longue, et de noter le taux d'erreurs binaires (BER) en fonction du niveau du flux dans le récepteur. A ces niveaux bas de flux, la probabilité d'erreur (P_e) est la suivante :

$$P_e = \text{Taux d'erreurs binaires} = \frac{\text{NOMBRE D'ERREURS PENDANT UNE PERIODE}}{\text{NOMBRE DE BITS PENDANT LA MEME PERIODE}}$$

Puisque l'intervention des erreurs est aléatoire, on peut définir la probabilité d'erreur par la fonction d'erreur complémentaire (erfc) :

(26) $P_e = 0{,}5 \,\mathrm{erfc} \left[(\phi - c)/\sigma \sqrt{2} \right]$

où

σ = écart-type (W) pour l'entrée du récepteur

c = niveau logique du comparateur par rapport à l'entrée du récepteur (W)

ϕ = flux d'entrée (W)

Lorsque le taux d'erreurs binaires est observé à deux niveaux de flux ou davantage, les arguments des valeurs de la fonction complémentaire qui correspondent à ces points de données peuvent être utilisés pour former une série d'équations simultanées qui doivent être résolues par «c» et «σ». Compte tenu du caractère aléatoire des données, une approche graphique est préconisée, à l'aide de :

$$\mathrm{erfc}^{-1} (2\, P_e) = y_i = \left[(x_i - b)/\sigma \sqrt{2} \right]$$

où x_i = niveau du flux.

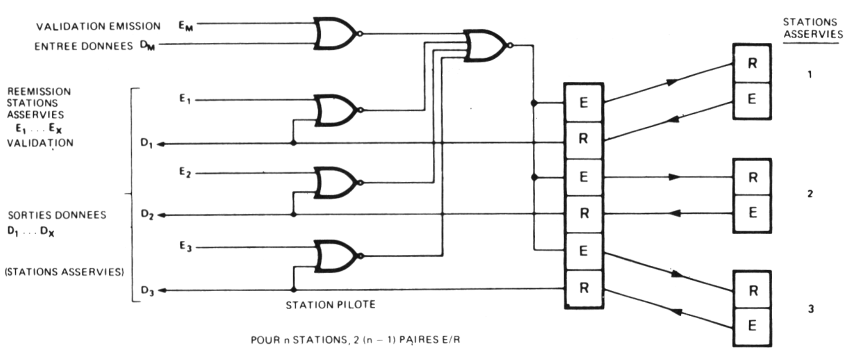


FIGURE 12 — Réseau multiplex avec station pilote

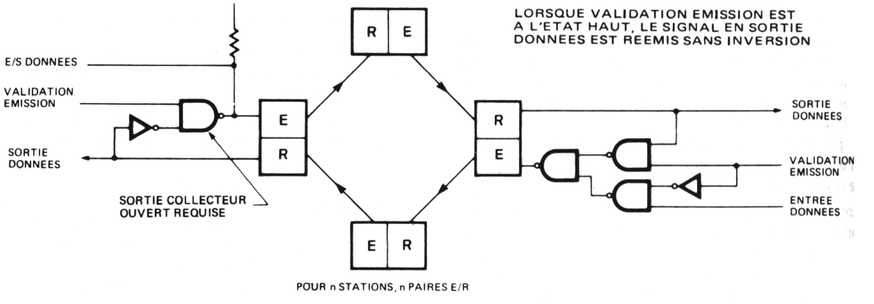


FIGURE 13 — Réseau multiplex bouclé

Les valeurs de la fonction inverse d'erreurs complémentaires peuvent être obtenues dans une table mais lorsque $P_e < 10^{-4}$, l'approximation suivante permet d'obtenir une précision convenable :

$$\text{erfc } X \approx 0{,}54/(X\epsilon^{x^2}) = 0{,}54\epsilon^{-(x^2 + \ell n x)}$$

(voir Annexe)

INSTALLATION, MESURE ET MAINTENANCE

Les modules émetteur et récepteur sont montés dans un boîtier métallique très robuste qui peut s'installer dans n'importe quelle position. Ils dissipent une puissance extrêmement faible et ne nécessitent pas de radiateur. Il est quand même judicieux de les placer, en particulier l'émetteur, dans un endroit tempéré. Le principal problème est de faciliter l'accès aux fenêtres optiques.

Montage

Nous préconisons la fixation des boîtiers sur carte de circuits imprimés à l'aide de deux vis UNF 2-56. Un dégagement doit être prévu pour l'écrou de blocage qui déborde de 0,5 à 1 mm (en fonction de sa position angulaire) de la face avant du module. Le moyen le plus simple est de placer l'écrou à la lisière de la carte comme sur la figure 14. Le dégagement peut être obtenu en effectuant une perforation dans la carte ou en écartant le boîtier de la carte avec une rondelle de 1 mm maintenue par la vis de fixation. L'EXTREMITE DE LA VIS NE DOIT PAS TOUCHER LE FOND DU TROU TARAUDE SINON ELLE POURRAIT ENDOMMAGER LE MODULE. La profondeur du trou est de 5,6 mm ce qui est amplement suffisant pour fixer le boîtier.

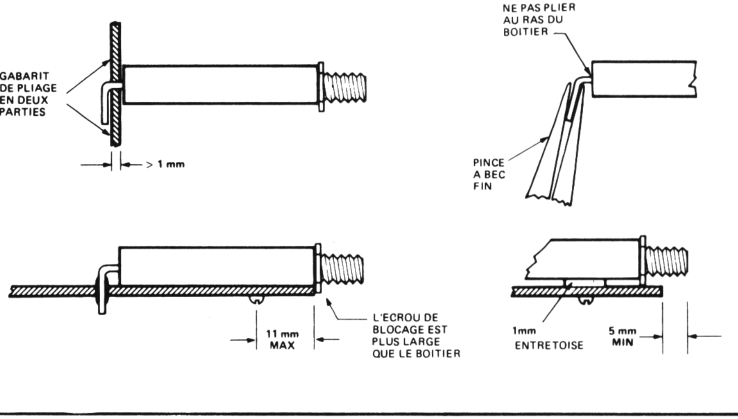


FIGURE 14 — Pliage des sorties et montage sur carte

Epaisseur de la carte en mm	Longueur de la vis en mm	
	sans rondelle	avec rondelle
0,8	4,8	6,35
1,6	6,35	6,35
2,4	6,35	6,35

Seuls les trous taraudés situés près de la face avant doivent être utilisés. EN AUCUN CAS NE TOUCHER AUX VIS SITUEES SUR LE BOITIER, leur manipulation risquant d'endommager le module.

Le soudage sur la carte des sorties coudées à 90° fournit une fixation supplémentaire. Eviter toute contrainte sur les pertes de verre lors du pliage. Il doit s'effectuer à plus de 1 mm du boîtier à l'aide d'un support mécanique ou à la rigueur d'une pince universelle à bec fin en évitant que l'effort ne se transmette aux pertes de scellement (voir figure 14).

Les modules peuvent être montés sur panneau ce qui est particulièrement recommandé lorsque la continuité de la protection contre le bruit doit être maintenue. La figure 15 illustre ce montage. Le panneau, qui ne doit pas dépasser 4 mm d'épaisseur, doit comporter un logement pour l'écrou de blocage : la longueur du fût reste suffisante pour permettre la fixation par contre-écrou et le branchement du connecteur du câble.

Raccordement des câbles à fibre optique

La fiche technique insiste sur le fait qu'il ne faut toucher ni à l'écrou de blocage ni au fût fileté, ceci pour mettre en garde l'utilisateur qui n'aurait pas connaissance des recommandations suivantes :

Ainsi que le montre la figure 16, il y a un intervalle entre l'extrémité intérieure du fût et l'épaulement du manchon d'alignement de la fibre. Si cet espace n'est pas conservé, l'effort appliqué au fût risque d'être transmis par le manchon au conduit de lumière qui appuie alors sur la surface de la source ou du détecteur : ces deux composants à semi-conducteur, extrêmement fragiles, risquent d'être détériorés même sous un effort minime. S'il est nécessaire de démonter l'écrou de blocage et le fût, leur remontage doit être exécuté comme ci-dessous :

1. Visser lentement et avec précaution le fût dans le module jusqu'à ce qu'il vienne au contact de l'épaulement.
2. Dévisser le fût d'un tour complet, le maintenir en place pendant le blocage sur l'écrou. En fin de serrage, le fût peut entrer au maximum d'un demi-tour dans le boîtier. La position finale du fût doit s'établir entre un demi-tour et un tour complet à partir de l'épaulement du manchon d'alignement.

Lorsque les connecteurs Hewlett-Packard sont raccordés entre eux ou à un émetteur ou récepteur, un manchon élastique aligne les embouts comme l'indiquent les figures 16 et 17, le manchon est fendu, les deux parties en regard étant légèrement aplaties ce qui les fait agir comme deux ressorts indépendants, permettant de compenser les différences de diamètre des embouts tout en maintenant fermement l'alignement. Un chanfrein sur les faces des embouts facilite l'insertion. Lorsque l'on raccorde provisoirement deux câbles, il est possible et souvent recommandé de ne pas utiliser le fût qui n'a aucune fonction d'alignement. Lorsqu'il est utilisé pour renforcer la liaison :

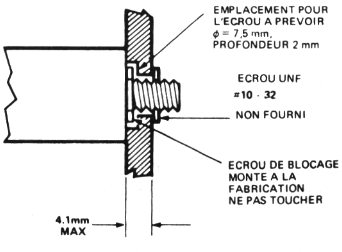


FIGURE 15 — Montage sur panneaux

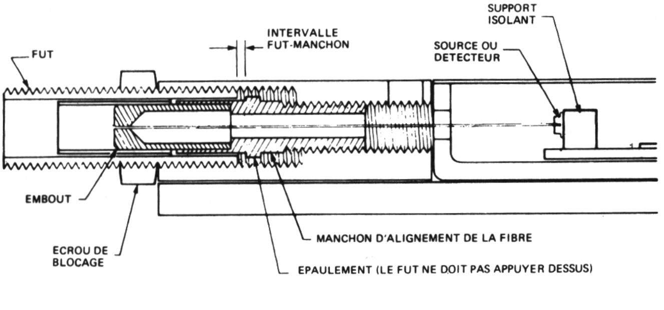


FIGURE 16 — **Structure du circuit d'entrée ou de sortie d'un module**

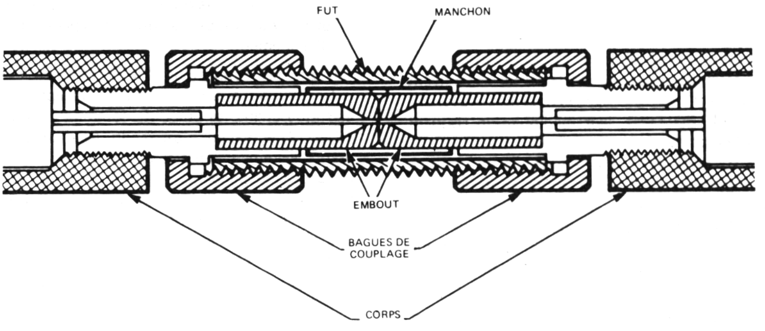


FIGURE 17 — Coupe d'un connecteur

1. Insérer le manchon et le fût sur l'un des connecteurs. Visser la bague avec les doigts sans forcer.
2. Insérer l'embout du second connecteur dans le manchon.
3. Visser la seconde bague sur le fût sans forcer.

L'alignement de l'embout, donc de la fibre, est assuré par le manchon. Le fût et les bagues de couplage n'assurent que la tenue à la traction; pourtant trop serrés, ils risquent de provoquer un alignement défectueux dont on peut mesurer l'effet sur les pertes de couplage, en notant la valeur V_T sur la borne test du récepteur lorsque le système fonctionne :

$$\Delta V_T/\Delta\phi \approx 10\ \mathrm{mV}/\mu\mathrm{W}$$

Ces remarques s'appliquent de façon identique au raccordement de l'émetteur et du récepteur, sauf en ce qui concerne le fût et le manchon qui sont montés d'origine. Le manchon est préformé pour tenir plus fermement sur l'embout du module que sur celui du connecteur pour rester en place lorsque le module et le câble sont séparés. Au cas où le manchon sortirait, il suffit de le réintroduire sans enlever le fût, en se servant de l'embout comme guide.

Lors du raccordement de fibres autres que Hewlett-Packard sur un module, il est nécessaire de centrer la fibre dans un cylindre de même diamètre extérieur que l'embout et ayant une longueur de 3,5 mm (demi-longueur d'un manchon). Pour un montage permanent, compléter le montage par une bague de verrouillage au pas de 10-32 sur le fût.

Alimentation

Le circuit d'alimentation de l'émetteur comme du récepteur doit être équipé d'un filtre self-capacité comportant deux condensateurs de 60 μF et une inductance de 2,2 μH ($R < 1\ \Omega$). Ce filtre, sur l'émetteur, empêche que les transitoires se transmettent aux autres équipements lorsque le courant du générateur de lumière (DEL ou générateur d'infra-rouge) est découpé. Sur le récepteur, il permet d'éviter que les transitoires n'interfèrent avec l'amplificateur extrêmement sensible. Le recepteur peut nécessiter son propre régulateur de tension, comme le préconise la fiche technique, pour éviter que les transitoires à basses fréquences ou les ronflements ne perturbent l'écoulement des données. Dans ce dernier cas, le filtre doit se trouver entre la sortie du régulateur et la borne d'entrée alimentation. L'émetteur n'a pas besoin de régulateur si sa tension d'alimentation reste dans les limites préconisées.

Evaluation des performances du système

Les performances d'une liaison peuvent être évaluées en employant un système détecteur d'erreurs, comme le générateur de mots HP 3760A accompagné d'un détecteur d'erreurs HP 3761A selon le schéma de la figure 18. Le générateur de séquences logiques/détecteur d'erreurs HP 3780A peut être utilisé bien que sa souplesse d'utilisation en générateur de mots et son débit en données soient moins grands. Ces appareils ont des entrées et des sorties à basse impédance (50 et 75 Ω). Leurs sorties ont une excursion de tension suffisante pour attaquer l'entrée d'un émetteur pour fibres optiques. Une surmodulation peut néanmoins se produire si l'adaptation est incorrecte. Les entrées à basse impédance nécessitent un étage tampon entre la sortie du récepteur et l'entrée du détecteur d'erreurs, l'excursion en tension étant suffisante, un simple étage émetteur-suiveur suffit.

En Sélection Mode «bas» (sur l'émetteur), le générateur de mot peut fonctionner en NRZ ou en RZ sans aucune restriction quant à la longueur du mot et à sa composition (sélectif ou pseudo-sélectif). En Sélection Mode «haut», le code peut être indifféremment NRZ ou RZ mais à la condition :

1. Qu'aucun signal à l'état haut ou a l'état bas soit supérieur à 5 μs.
2. Que l'on ait un rapport cyclique compris entre 0,44 et 0,57 ou que $0{,}75 < k < 1{,}25$.

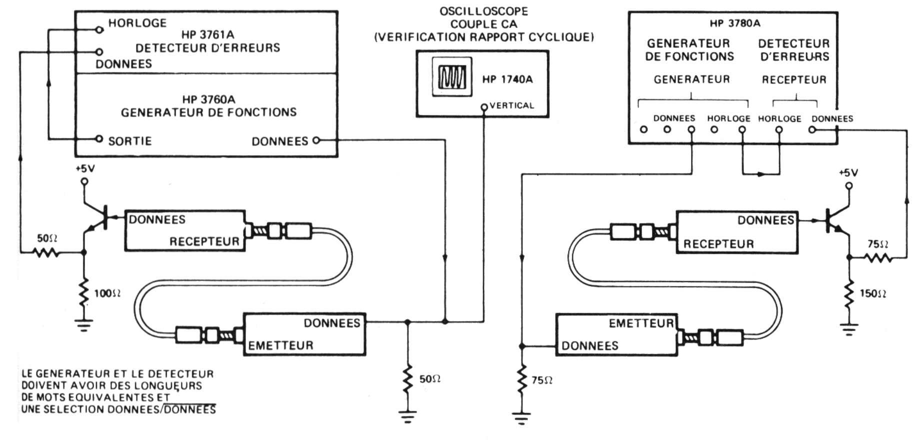


FIGURE 18 — **Mesure du taux d'erreurs de bits**

La première condition peut être observée à l'oscilloscope mais si :

$$\frac{\text{longueur du mots (bits)}}{\text{vitesse des données (bit/s)}} < 5\,\mu s$$

il est impossible que des états hauts et états bas consécutifs dépassent 5 μs.

Le moyen le plus simple de vérifier le facteur de forme est de mesurer directement k sur un oscilloscope couplé alternatif. Régler la ligne de base (à centrer sur l'écran) sans signal d'entrée puis en appliquant le signal comportant les données :

$$k = \frac{\text{excursion au-dessus de la ligne de base}}{\text{excursion au-dessous de la ligne de base}}$$

avec déflexion vers le haut lorsque le signal d'entrée est positif. L'oscilloscope peut ne pas être synchronisé. La composition du mot doit être modifiée pour que k soit compris dans les limites autorisées en ajoutant des zéros et modifiant la longueur du mot ou en sélectionnant manuellement la séquence des bits.

Les deux détecteurs d'erreurs peuvent fonctionner soit en taux d'erreur de bit (TEB), soit en compteur. Le mode compteur, plus simple, permet de dégrossir et de donner une indication sur les résultats du réglage d'un système quelconque.

Lorsque le système fonctionne à un niveau normal, le taux d'erreur est si bas qu'il faut des heures sinon des jours pour réaliser une mesure de taux d'erreur de bits (TEB) valable. En diminuant le niveau, le rapport signal/bruit diminue et le TEB augmente jusqu'à devenir mesurable. On peut alors utiliser l'équation (26) pour le déterminer au niveau normal en fonction des constantes «a» et «b». Il peut se poser un problème lorsque le flux est trop faible pour être mesuré avec les appareils disponibles. On mesure alors à la sortie test du récepteur la tension V_t qui varie proportionnellement à l'intensité d'entrée (équation 17) ; cette méthode a elle-même ses limites, lorsque l'intensité atteint par exemple quelques μW, la différence de tension ($V_{tmax} - V_t$) est difficile à mesurer. La solution consiste à utiliser la bague de couplage émetteur-câble. Dévisser la bague puis compter le nombre de tours en fonction de V_t. Tracer ensuite une courbe selon la méthode de la figure 19. La courbe, assez répétitive à condition d'éviter le désacouplage et la rotation du corps du connecteur (seule la bague doit tourner), n'est pas la même pour deux équipements différents.

Mesure de la marge de sécurité

La marge de sécurité pour le bilan, α_M, peut être mesurée en se servant de la bague d'accouplement comme atténuateur (voir ci-dessus) en suivant la marche ci-dessous :

1. Dessiner une courbe similaire à celle de la figure 19.
2. Compter le nombre de tours N qui donnent une erreur mesurable, $P_e, N \approx 10^{-6}$.
3. Calculer α_N en dB, à partir de N et de la courbe obtenue en 1.

(27) $\alpha_M\,(\text{dB}) = \alpha_N\,(\text{dB}) - 0{,}5\,\text{dB}$

La valeur 0,5 dB de l'équation (27) a été utilisée pour tenir compte du fait que le taux d'erreurs binaires devrait être égal à 10^{-9} mais que le taux auquel des erreurs sont faciles à observer est proche de 10^{-5}. Lorsque le taux d'erreurs binaires est égal à 10^{-5}, le niveau du flux s'établit à 0,5 dB en dessous du niveau de flux requis pour que le taux d'erreurs binaires soit égal à 10^{-9}

Si on dispose d'un indicateur de flux relatif (par exemple une photodiode ou un radiomètre), la marge de flux peut être observée de la même façon mais le comptage des tours, N, et l'emploi de la figure 19 sont inutiles dans ce cas. La procédure à suivre est :

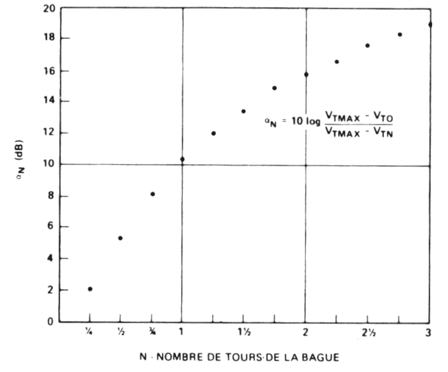


FIGURE 19 — Variation du couplage par rotation de la bague du connecteur

1. Dévisser le connecteur de l'émetteur jusqu'au moment où une erreur s'observe sur le récepteur.
2. Mettre le connecteur du récepteur sur l'indicateur de flux et noter l'indication I_1 ; ensuite, sans changer le couplage avec l'indicateur de flux, remettre le connecteur de l'émetteur en place et noter l'indication I_2.
3. α_M (dB) = 10 log (I_2/I_1) – 0,5 dB.

L'intensité absolue pour N tours se calcule en mesurant l'intensité pour N = 0 et en appliquant un coefficient. Sa mesure approximative peut se faire en prenant la valeur de V_T sur la borne de test et en appliquant la formule (15). Sa mesure précise nécessite un photomètre étalonné, genre 550 de EG et G (voir figure 20a). En montant le filtre plat, le photomètre mesure le flux incident E en W/cm^2 pour une fenêtre de surface A_D = 1 cm^2 et d'ouverture numérique ON = 1. Le filtre enlevé, la fibre optique peut être appliquée très près de la fenêtre de manière à ne pas perdre de lumière et comme l'ouverture numérique du photomètre est supérieure à celle de la fibre, il donnera une lecture en un W/cm^2 égal à l'intensité en W. La suppression du filtre suppose toutefois une correction.

La perte d'insertion du filtre variant avec la fréquence doit être mesurée à la longueur d'onde utilisée pour compenser la réponse spectrale du détecteur au silicium. Le montage de la figure 20 donne une bonne méthode de mesure de la perte d'insertion en comparant les résultats avec et sans filtre. L'erreur due à l'éclairage ambiant est éliminée en travaillant dans la pénombre et en faisant deux lectures successives à chaque mesure (source illuminée et non illuminée). La différence de lecture donne le rayonnement incident E_e produit par l'intensité du rayonnement I_e de la source. Le rapport entre les deux lectures fournit la valeur des pertes d'insertion du filtre.

(28) PERTES D'INSERTION DU FILTRE

$$\alpha_F = 10 \log \frac{E_e(\text{sans filtre})}{E_e(\text{avec filtre})}$$

Le même processus peut être utilisé pour mesurer l'intensité moyenne de l'émetteur (figure 20b). En observant E_e avec filtre.

(29) INTENSITE MOYENNE, I_e $(\frac{\mu W}{sr})$ =

$$E_e\ (\frac{\mu W}{cm^2})\ \times\ d^2\ (cm^2)$$

et

(30) FLUX MOYEN, ϕ_e (μW) =

$$I_e\ (\frac{\mu W}{sr})\ [\ \frac{\phi(\theta)}{I(_0)}\ (MAX)\ ]$$

avec I_e calculé selon la formule (29) et $\phi(\theta)/I(_0)$ relevé sur le diagramme de rayonnement donné dans la fiche technique de l'émetteur.

MAINTENANCE

Maintenance préventive

Le bon fonctionnement du système exige des surfaces propres au niveau des faces des fibres optiques afin d'éviter la présence d'obstructions sur le chemin optique. Ceci est vrai pour les faces des fibres des modules émetteur/récepteur ainsi que pour les connecteurs des câbles. Un jet d'air comprimé suffit dans la plupart des cas pour enlever les particules gênantes; un tampon de coton imbibé de méthanol ou de fréon peut également s'avérer utile. S'il faut retirer le fût fileté et l'écrou pour nettoyer l'accès optique de l'émetteur et du récepteur, se reporter au paragraphe précédent «Raccordement des câbles à fibre optique» pour le remontage. Si des particules étrangères sont incrustées ou présentent une forte adhérence, il est parfois nécessaire de faire plusieurs opérations de nettoyage pour rétablir les performances optiques initiales.

Toutes les DEL se dégradent dans le temps et ceci a pour résultat de réduire le flux moyen qui agit sur les codes interne ou externe et d'altérer le taux d'excursion du flux qui perturbe uniquement le mode de codage interne. Cette dégradation peut être observée en surveillant régulièrement la marge de sécurité du flux α_M et k.

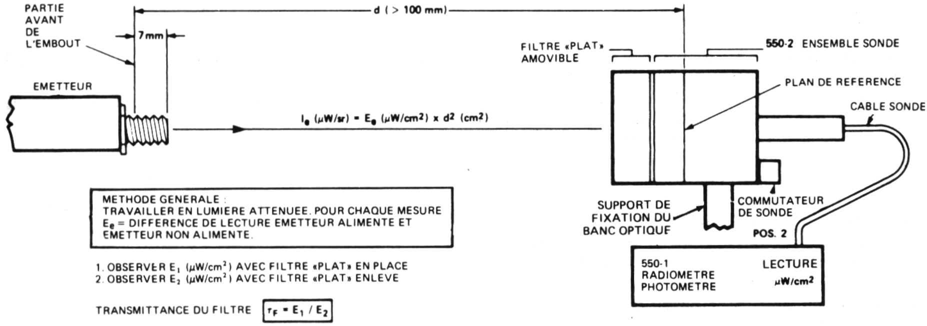
α_M est évalué en utilisant l'équation (27). La courbe α_M en fonction du logarithme de la durée de fonctionnement peut fournir une estimation du nombre d'heures encore disponibles avant que α_M = 0, pour un P_e désiré.

k est évalué en mesurant ϕ_H, ϕ_M et ϕ_L (voir description de l'émetteur). La tension sur la borne TEST peut servir à cette mesure (voir équation (15)). Les marges haute et basse sur k, pour un récepteur donné, sont mesurées en faisant fonctionner l'émetteur en mode SELECT «haut», en appliquant un signal carré à 500 kHz à l'entrée DONNEES. En faisant varier le facteur de forme du signal, les limites de k correspondent à celles pour lesquelles le récepteur ne suit plus le signal appliqué à l'entrée DONNEES.

$$(31)\quad k = (\frac{1}{ftp}) - 1 = \frac{1}{\frac{1}{ft_N} - 1}$$

ftp étant le rapport cyclique des impulsions positives, et
ft_N celui des impulsions négatives

Les variations de k de l'émetteur n'affectent pas les performances du récepteur en mode FOO car dans ce cas, la marge de flux, α_M, est le seul élément important.



METHODE GENERALE :
TRAVAILLER EN LUMIERE ATTENUEE. POUR CHAQUE MESURE E_e = DIFFERENCE DE LECTURE EMETTEUR ALIMENTE ET EMETTEUR NON ALIMENTE.

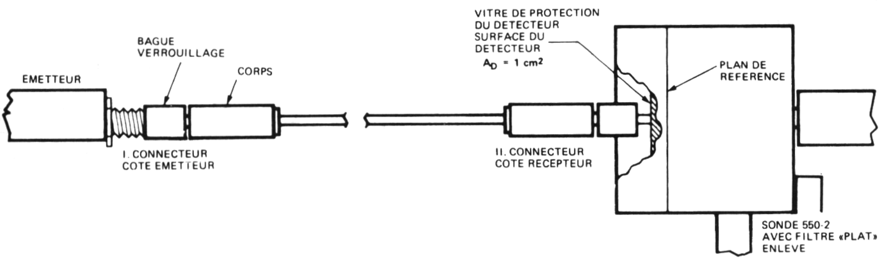
1. OBSERVER E_1 (μW/cm²) AVEC FILTRE «PLAT» EN PLACE
2. OBSERVER E_2 (μW/cm²) AVEC FILTRE «PLAT» ENLEVE

TRANSMITTANCE DU FILTRE $\tau_F = E_1 / E_2$

FLUX MOYEN EMETTEUR $\phi\ (\mu W) = \left[E_1\left(\frac{\mu W}{cm^2}\right)\right]\left[d^2 (cm^2)\right]\left[\left(\frac{\phi}{I}\right)_{MAX}\right]$

$\left(\frac{\phi}{I}\right)_{MAX}$ VALEUR MAXIMALE DU DIAGRAMME DE RAYONNEMENT : $\frac{\phi(\theta)}{I(0)}$ (VOIR FICHE TECHNIQUE)

(a) MESURE DU FLUX MOYEN FOURNI PAR L'EMETTEUR



METHODE GENERALE : IDEM CI-DESSUS

3. APRES MISE EN PLACE DU CONNECTEUR I, CENTRER LE CONNECTEUR II SUR LE DETECTEUR PUIS L'AMENER CONTRE LA VITRE. NE PAS LE FAIRE GLISSER DES DOMMAGES POUVANT EN RESULTER.
4. FAIRE TOURNER LA BAGUE DE VERROUILLAGE PAR A COUP, NOTER LE NOMBRE DE TOURS N, POUR CHAQUE VALEUR DE N RELEVEE E_N (μW/cm²)

FLUX A L'ENTREE RECEPTEUR AU NIVEAU NORMAL DE FONCTIONNEMENT $\phi_O\ (\mu W) = \frac{[E_O\ (\mu W/cm^2)]\ [A_D\ (cm^2)]}{\tau_F \text{ (VOIR AU-DESSUS)}}$

DECOUPLAGE DU FLUX $\alpha_N = 10 \log_{10}(E_O / E_N)$

(b) MESURE DU FLUX MOYEN A L'ENTREE DU RECEPTEUR ET DECOUPLAGE DU FLUX PAR LE CONNECTEUR COTE EMETTEUR

FIGURE 20 – Mesure du flux avec flux mètre EG et G modèle 550

Dépannage

Le système peut présenter des défauts allant de la rupture complète de la liaison à un taux d'erreurs de bits excessif. Le flux de lumière étant visible dans le système HP, il est relativement facile de localiser une panne due à une rupture de câble. Si le flux émis par l'émetteur est visible à l'extrémité du câble, la tension V_T sur la borne de test doit varier de 8 mV lorsque l'on coupe la tension d'alimentation de l'émetteur (Sélection Mode «bas»). Si ΔV_T est supérieur à 8 mV et que le système ne fonctionne pas, il peut s'agir soit d'une perturbation dans la logique du récepteur soit d'une valeur trop forte ou trop faible de k. Le rapport d'excursion peut être vérifié comme indiqué plus haut en utilisant V_T. Si k est bon, les perturbations dans la logique sont dues soit à une tension d'alimentation soit à une charge en sortie incorrectes.
Si le système fonctionne avec un taux d'erreurs de bits excessif, peuvent être mis en cause soit la marge de sécurité du flux ou de l'excursion du flux (à vérifier selon les indications données précédemment) soit des interférences avec du bruit ou autre. Si le niveau de tension à l'entrée DONNEES est correct, il peut y avoir soit un fort bruit aléatoire soit une tension d'alimentation incorrecte soit une mauvaise charge de la sortie, soit encore du bruit sur le circuit d'alimentation. Le bruit aléatoire peut être détecté en diminuant le niveau de flux jusqu'à ce que P_e soit mesurable. Si P_e varie avec le flux selon l'équation (26) fonction complémentaire (X) = P_e, le bruit aléatoire est excessif. Il peut aussi être détecté en modifiant la vitesse des données jusqu'à ce que le niveau soit suffisamment bas pour rendre P_e mesurable; si P_e est identique à toutes les vitesses, le bruit aléatoire est excessif. Le bruit aléatoire se présente plus facilement sur un récepteur que sur un émetteur, le meilleur moyen de le vérifier est de remplacer le récepteur. Le bruit sur l'alimentation est plus difficile à détecter; dans le doute, alimenter le récepteur avec une alimentation particulière (régulateur 5 V), son bruit doit être suffisamment bas pour que $P_e < 10^{-9}$ à 10 Mbauds avec un niveau de flux normal ($\Delta V_T > 8$ mV).

ANNEXE

Calcul des valeurs des constantes c et σ pour l'équation (26) à l'aide de la courbe des moindres carrés correspondant aux valeurs des erreurs en fonction du niveau du flux d'entrée, au moyen de l'approximation :

(A1) $$Y = \text{erfc } X \approx 0{,}54\,\epsilon^{-X^2 + \ell n X} = 0{,}54/(X\epsilon^{X^2})$$

qui donne une précision adéquate pour $10^{-3} < Y < 10^{-12}$.

La valeur de X correspondant à un Y donné s'obtient facilement par des calculs répétitifs :

(A2) $$X_{m+1} = \sqrt{\ell n \frac{0{,}54}{Y} + \ell n \frac{1}{X_m}}$$

où $X_{m+1} = X_m$ (4 à 10 boucles pour obtenir une précision à 9 positions).

Ensuite, $X \approx \text{erfc}^{-1}\, Y$

n COUPLES DE DONNEES $\left\{ \begin{array}{l} X_i = \text{niveau du flux } (\mu W) \\ P_{ei} = \text{taux d'erreurs binaires} \\ \text{à } X_i \end{array} \right\}$ $1 \leqslant i \leqslant n$

On utilise l'équation (A2) avec $Y = 2\,P_{ei}$, pour calculer :

(A3) $$Y_i \approx \text{erfc}^{-1}\,(2\,P_{ei})$$

Ensuite, pour les n couples de données, on prépare les sommations :

$$\sum_{i=1}^{n} X_i \,,\; \sum_{i=1}^{n} X_i^2 \,,\; \sum_{i=1}^{n} Y_i \,,\; \sum_{i=1}^{n} X_i Y_i \,,\; n = \sum_{i=1}^{n} 1$$

Les constantes par la méthode des moindres carrés à l'équation (26) correspondent à :

(A4) $$\sigma = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[\frac{n\left(\sum X_i^2\right) - \left(\sum X_i\right)^2}{n\left(\sum X_i Y_i\right) - \left(\sum X_i\right)\left(\sum Y_i\right)} \right]$$

(A5) $$c = \frac{\left(\sum X_i\right)\left(\sum X_i Y_i\right) - \left(\sum Y_i\right)\left(\sum X_i^2\right)}{n\left(\sum X_i Y_i\right) - \left(\sum X_i\right)\left(\sum Y_i\right)}$$

HEWLETT PACKARD

NOTE D'APPLICATIONS 1002

Etude de la variation du rapport de transfert en courant dans les circuits équipés de photocoupleurs

Le problème du vieillissement des photocoupleurs

Le principal problème, permanent et souvent crucial, auquel se trouve confronté l'ingénieur qui utilise des photocoupleurs, est celui de la variation du rapport de transfert dans le temps : il se définit comme étant le rapport entre le courant en sortie du photocoupleur, I_O, et le courant d'entrée, I_F, de la DEL; il s'exprime en pourcentage d'une valeur précise du courant d'entrée. La modification du gain du photocoupleur dans le temps, ΔCTR^+, s'appelle dégradation du rapport de transfert. Ce changement doit être pris en compte, si le fonctionnement du système doit être garanti sur une longue période.

Les raisons du phénomène sont expliquées par la suite. De nombreuses études ont montré que le facteur déterminant réside dans la baisse du flux de photons émis par la DEL, d'où chute du CTR. Ce défaut, plus ou moins important, est inhérent aux photocoupleurs.

$$^+\Delta CTR = CTR_{final} - CTR_{initial} \tag{1}$$

Ses causes

La dégradation du CTR a pour cause principale la baisse de rendement de la DEL. Son rendement quantique, η, défini comme le nombre de photons par électron, à courant d'entrée constant, décroît dans le temps. Le courant de la DEL est constitué de deux composantes : la première, due au courant de diffusion, la seconde au courant de recombinaison des charges d'espace :

$$I_F(V_F) = \underbrace{A\, e^{qV_F/kT}}_{\text{Diffusion}} + \underbrace{B\, e^{qV_F/2kT}}_{\text{Recombinaison des charges d'espace}} \tag{2}$$

A et B sont indépendants de V_F, q est la charge de l'électron, k est la constante de Boltzmann, T la température en degrés Kelvin et V_F la tension directe de la DEL.

Le courant de diffusion représente le courant émetteur de lumière, le courant de recombinaison des charges d'espace n'étant pas émissif. Dans le temps, à V_F constant, le courant augmente du fait de l'augmentation de B. En d'autres termes, pour un courant total constant, si le courant de recombinaison des charges d'espace augmente par le fait de l'accroissement de B, le courant de diffusion, dont dépend l'émission de lumière, décroît. Les raisons de cet accroissement du courant de recombinaison des charges d'espace ne sont pas encore bien définies.

La réduction de la lumière émise lorsque la proportion de courant de recombinaison augmente, pour un courant I_F défini, est due à la fois à la densité du courant de jonction J et à la température de jonction T_J. Dans un photocoupleur déterminé, la densité de courant de l'émetteur dépend non seulement du courant nécessaire pour obtenir le courant de sortie désiré, mais encore de la géométrie de la jonction et de la résistance des régions P et N de la diode. Pour ces raisons, il est important de ne jamais faire fonctionner un photocoupleur avec des courants supérieurs à ceux indiqués par le fabricant. La température de la jonction dépend du boîtier, de la puissance dissipée et de la température ambiante. Comme la densité de courant, une forte température de jonction provoque un accroissement rapide de la proportion du courant de recombinaison.

Le calcul de la température de jonction et du détecteur intégré des photocoupleurs Hewlett-Packard se fait en résolvant les équations suivantes :

$$T_J = T_A + \theta_{JA}(V_F I_F) + \theta_{D\text{-}E}(V_o I_o + V_{cc} I_{cc})$$
$$T_D = T_A + \theta_{E\text{-}D}(V_F I_F) + \theta_{DA}(V_o I_o + V_{cc} I_{cc}) \tag{3}$$

dans lesquelles T_J est la température de jonction de la DEL, T_D la température du détecteur intégré, T_A la température ambiante, θ_{JA} la résistance thermique jonction-ambiante, θ_{DA} la résistance thermique détecteur-ambiante avec $\theta_{JA} = \theta_{DA} = 370°C/W$. La résistance thermique détecteur-émetteur $\theta_{D\text{-}E}$ ou $\theta_{E\text{-}D} = 170°C/W$. V_F et I_F représentent la tension et le courant directs de la DEL, V_O et I_O la tension et le courant de l'étage de sortie, enfin V_{CC} et I_{CC} la tension et le courant d'alimentation du dispositif. Il est en général recommandé de maintenir $T_J \leqslant 125°C$.

Un exemple pratique permet de décrire plus concrètement les paramètres influençant le rapport de transfert en courant : le dispositif le plus simple et le plus commode pour mesurer les paramètres voulus est le 6N135, illustré figure 1. Tous les photocoupleurs peuvent être étudiés suivant ce principe, dans leur région linéaire. Le synoptique de la figure 1 présente la relation existant entre le courant d'entrée I_F et le courant de sortie I_O. L'expression résultante est la suivante :

$$CTR = \frac{I_O}{I_F}(100\%) = K\ R\ \eta(I_F,t)\ \beta(I_P,t) \tag{4}$$

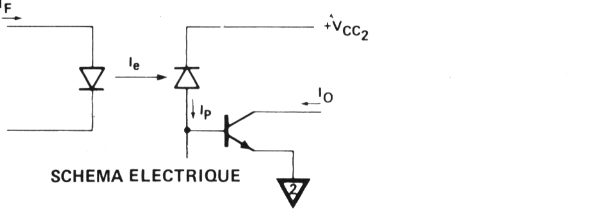
dans laquelle K représente le coefficient de transmission du parcours optique, considéré comme constant de même que R, sensibilité du photodétecteur, défini en électrons de photocourant par photon. η représente le rendement quantique de l'émetteur (photons émis par électron de courant d'entrée) qui dépend du niveau du courant à l'entrée I_F, et du temps. Enfin, le gain de l'amplificateur de sortie dépend de I_P (photocourant) et du temps. η et β varient en fonction de la température ambiante.

La variation normalisée du CTR à I_F constant peut s'exprimer par :

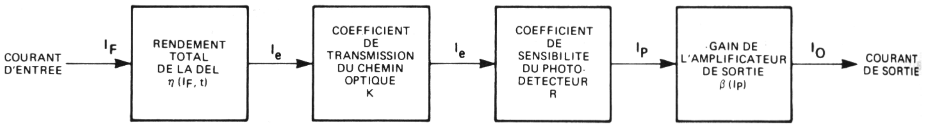
$$\frac{\Delta CTR}{CTR} = \left(\frac{\Delta\eta}{\eta}\right)_{I_F} + \left(\frac{\Delta\eta}{\eta}\right)_{I_F}\left(\frac{\partial \ln\beta}{\partial \ln I_P}\right)_t + \left(\frac{\Delta\beta}{\beta}\right)_{I_P} \tag{5}$$

en partant de l'équation (4).

Le premier terme $\Delta\eta/\eta$ représente l'élément principal de variation du CTR, ΔCTR, à cause des modifications relatives de rendement de l'émetteur, $\Delta\eta$ est en général négatif dans le temps. Ce changement influence dans de très fortes proportions le courant d'entrée, I_F, il sera étudié plus en détail par la suite. Le second terme $(\Delta\eta/\eta)\ I_F \cdot (\partial \ln\beta/\partial \ln I_P)_t$ représente l'effet secondaire du décalage, positif ou négatif, du point de fonctionnement de l'amplificateur dû au changement de rendement de l'émetteur. Le troisième terme $(\Delta\beta/\beta)\ I_P$ représente la variation positive ou négative du gain du transistor de sortie, il a en général une influence négligeable. Dans l'exemple K et R sont supposés constants.



SCHEMA ELECTRIQUE



$\therefore I_O = I_F\ \eta\ (I_F,t)\ K\ R\ \beta\ (I_P)$

FIGURE 1 – Disposition des différents paramètres influençant le CTR d'un photocoupleur

Etude de la dégradation du CTR sur un exemple concret

La suite de ce chapitre décrit l'étude à laquelle s'est consacré Hewlett-Packard pour caractériser, sur un grand nombre d'échantillons, la dégradation du CTR. Les explications concernent au plus haut point les utilisateurs particulièrement intéressés par la fiabilité et le contrôle de qualité. A partir de données de base, les différentes équations nécessaires au calcul du CTR seront développées pour permettre la prévision de son pourcentage de variation dans le temps.

L'étude suivante est basée sur des essais réalisés sur 640 photocoupleurs 6N135 (figure 1), répartis en vingt lots de DEL 700 nm, au $GaAs_{0,7}P_{0,3}$, épitaxiées à différents stades, représentant donc plusieurs valeurs de dopage de type N et de pouvoir émissif. Le 6N135 permet de mesurer facilement la dégradation de l'émetteur par l'intermédiaire du changement en pourcentage du courant de photodiode $\Delta I_P/I_P$, comme du gain β de l'amplificateur de sortie, grâce à l'accès facile aux éléments concernés. Les différents groupes de photocoupleurs ont été soumis à différents échelons de contrainte, I_{FS}, de 0,6 - 7,5 - 25 et 40 mA. Les mesures du CTR ont été ensuite réalisées, en leur appliquant des courants de mesure, I_{FM}, de 0,5 - 1,6 - 7,5 - 25 et 40 mA aux temps t = 0 - 24 - 168 - 1000 - 2000 - 4000 et 10000 h.

Les observations les plus significatives ont été les suivantes : le résultat le plus important de l'étude du CTR est que ΔCTR varie en fonction du rapport I_{FS}/I_{FM} = R. Pour de fortes valeurs de R, la dégradation est plus importante que pour de faibles valeurs, I_{FS} restant du même ordre de grandeur. Cependant, la connaissance du rapport I_{FS}/I_{FM}, seul, n'est pas suffisante pour fournir une image complète de la dégradation car ΔCTR dépend également de la valeur absolue du courant de contrainte $|I_{FS}|$. Les éléments d'information qui suivent permettent de dériver les équations nécessaires à la prévision du CTR en fonction de I_{FS}, de I_{FM} et du temps.

Les courbes de la figure 2 donnent les valeurs moyenne et moyenne + 2σ de la dégradation de l'émetteur en fonction de R pour 1000, 4000 et 10000 heures de fonctionnement à 25°C. La dégradation s'accentue pour les valeurs de R les plus fortes.

Les courbes de la figure 2 peuvent être converties pour donner le pourcentage de dégradation en fonction du temps à différentes valeurs de R. Ces nouvelles courbes, avec distribution moyenne et moyenne + 2σ sont illustrées figure 3 avec R = 1 et R = 50.

Les courbes obtenues à partir des distributions moyenne et moyenne + 2σ donnent l'expression très utile qui relie au temps la dégradation moyenne de l'efficacité de l'émetteur (le symbole «D» ne concerne que la dégradation du CTR provoquée par celle de l'émetteur, $\Delta\eta/\eta$ donc ΔCTR/CTR concerne la dégradation globale correspondant à l'équation (5)).

$$D_{\bar{x}} \text{ ou } D_{\bar{x}+2\sigma} \equiv \frac{-\Delta I_P}{I_P} = A_o R^{\alpha} t^{n(R)} \text{ pour } I_{FS} = \overline{I_{FS}} \text{ en } \% \quad (6)$$

avec t en milliers d'heures. A_o et α différents pour la moyenne et la moyenne + 2σ. L'équation (6) représente la dégradation moyenne correspondant à une valeur spécifique de R et t, et un courant de contrainte $\overline{I_{FS}}$ moyen. La connaissance de $\overline{I_{FS}}$ et le courant de contrainte I_{FS} actuel peuvent être utilisés pour corriger $\bar{D}$ et donner la valeur exacte de $\overline{I_{FS}}$, ceci sera démontré au cours de la résolution des équations (11) et (13). Les valeurs obtenues montrent que I_{FS}, croissant avec R, peut être représenté par :

$$\overline{I_{FS}}(R) = 14{,}13 + 9{,}06 \log_{10}R, \text{ mA}, T_A = 25°C \quad (7)$$

$$\overline{I_{FS}}(R) = 10{,}5 + 5{,}76 \log_{10}R, \text{ mA}, T_A = 85°C \quad (8)$$

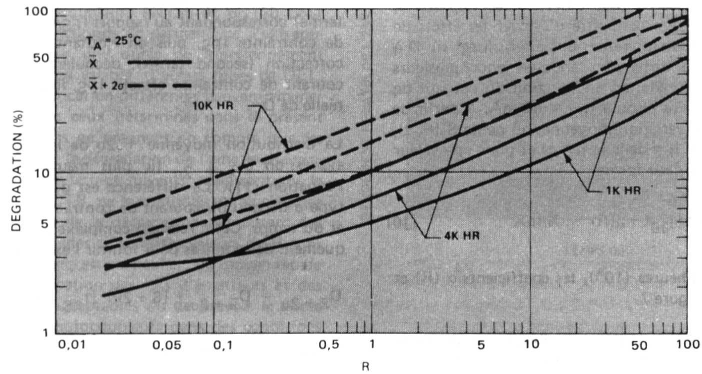


FIGURE 2 – Dégradation de l'émetteur en fonction de R (rapport du courant de contrainte - courant de mesure) après 1000, 4000 et 10000 heures, distribution moyenne et moyenne + 2σ, à T_A = 25°C

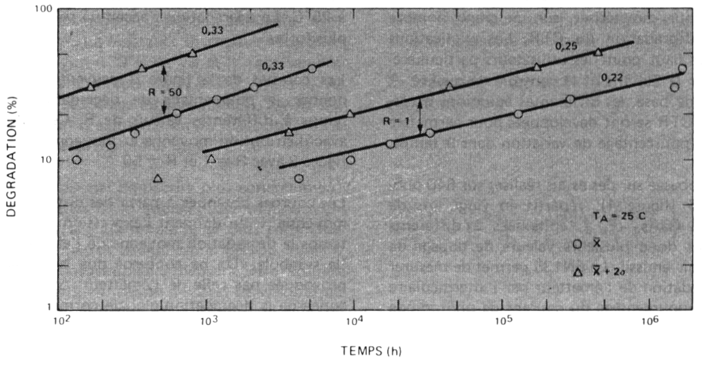


FIGURE 3 — Dégradation de l'émetteur en fonction du temps avec R = 1 et R = 50 pour les distributions moyenne et moyenne + 2 σ, à T_A = 25°C

Ces équations sont obtenues à partir de la mesure de la dégradation moyenne en fonction de I_{FS} à différentes époques.

L'expression de n (R) a été définie pour satisfaire à la relation :

$$n(R) = 0{,}0475 \log_{10} R + 0{,}25 \qquad (9)$$

A_o et α ont été déterminés à partir des valeurs de la dégradation en fonction de R, elles sont indiquées figure 7.

L'équation (6) donne la relation directe entre la dégradation moyenne D et le temps. Comme cela a été déjà dit, la grandeur du courant de contrainte détermine l'importance de la dégradation. Pour permettre d'évaluer les effets de $|I_{FS}|$, des observations empiriques ont été réalisées sur D à différents I_{FS} et à différentes époques pour plusieurs valeurs de R. La dégradation en fonction du courant de contrainte reste linéaire jusqu'à I_{FS} = 40 mA. A partir de ces constatations la variation moyenne, ou pente S (R, t), de D en fonction de I_{FS} dans le temps et pour une valeur quelconque de R, est de la forme :

$$S = \frac{\partial D}{\partial I_{FS}} = \alpha(R) \log_{10} t + \beta(R) \quad \%/\text{mA} \qquad (10)$$

avec t en milliers d'heures (10^3), les coefficients α (R) et β (R) se retrouvent figure 7.

En partant de l'équation (10), la distribution moyenne de la dégradation, $D_{\bar{x}}$, peut être évaluée pour des valeurs quelconques de I_{FS}, de R et du t, à l'aide de la formule suivante :

$$D_{\bar{x}} = \overline{D}_{\bar{x}} + S\,[I_{FS} - \overline{I}_{FS}] \quad \% \qquad (11)$$

et par substitution dans l'équation (6) :

$$D_{\bar{x}} = A_o R^{\alpha} t^{n(R)} + S\,[I_{FS} - \overline{I}_{FS}] \quad \% \qquad \textbf{(12)}$$

avec $\overline{D}_{\bar{x}}$ = dégradation moyenne au temps t (unité = 10^3 heures), correspondant au courant de contrainte $\overline{I}_{FS}$ donné par les équations (7) et (8); I_{FS} = courant de contrainte actuel et dans l'équation (12) ; $R = I_{FS}/I_{FM}$ S = variation de la pente de D en fonction de I_{FS} dans le temps, résultant de l'équation (10) ; n (R) exposant de t est fourni par l'équation (9), A_o et α sont à rechercher dans le tableau de la figure 7.

L'équation (11) fournit la distribution moyenne de la dégradation en utilisant une valeur de dégradation $\overline{D}_{\bar{x}}$ (premier terme) correspondant au rapport I_{FS}/I_{FM}, ou à un courant de contrainte $\overline{I}_{FS}$, puis en ajoutant à $\overline{D}_{\bar{x}}$ un facteur de correction (second terme), découlant de la grandeur du courant de contrainte effectif I_{FS}, limitent la dégradation réelle de $\overline{D}_{\bar{x}}$.

La distribution moyenne + 2σ de la dégradation a pour expression $D_{\bar{x}+2\sigma}$ (le plus mauvais cas), similaire à l'équation (11). La différence est due au fait que l'écart type σ dépend du courant de contrainte I_{FS}, du rapport R et du temps. Cette relation complexe a été déduite analytiquement des données pour fournir l'expression suivante :

$$D_{\bar{x}+2\sigma} = \overline{D}_{\bar{x}+2\sigma} + [S + 2P]\,[I_{FS} - \overline{I}_{FS}] \quad \% \qquad (13)$$

L'équation devenant alors :

$$D_{\bar{x}+2\sigma} = A_o R^{\alpha} t^{n(R)} + [S + 2P]\,[I_{FS} - \overline{I}_{FS}] \qquad \textbf{(14)}$$

équation dans laquelle $D_{\bar{x}+2\sigma}$ est la dégradation corres-

pondant à la distribution $\overline{x} + 2\sigma$ correspondant du courant de contrainte $\overline{I}_{FS}$ des équations (7) et (8). Dans l'équation (14), les valeurs de A_o et de α sont fournies dans le tableau de la figure 7, colonnes $\overline{x} + 2\sigma$. S, équation (10), donne la valeur du coefficient de correction à appliquer pour obtenir la valeur réelle de I_{FS} en fonction de $\overline{I}_{FS}$. P, équation (15), est le nouveau terme fournissant la valeur du coefficient de correction des variations de σ en fonction de I_{FS}, R et t. Les coefficients $\gamma(R)$, $\delta(R)$ de P sont fournis figure 7.

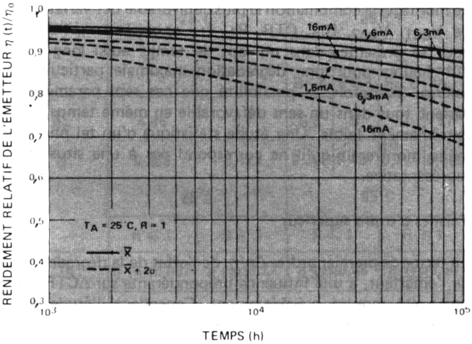
$$P = \gamma(R) \log_{10} t + \delta(R) \quad \%/mA \qquad (15)$$

avec t compté en milliers d'heures.

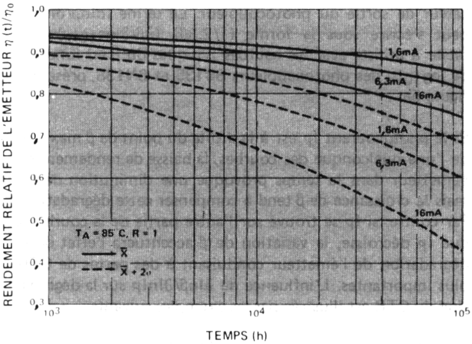
Les équations (11) et (13) ne sont précises que pour des valeurs de $I_{FS} \leqslant 40$ mA et de $R \leqslant 20$. Hors de ces valeurs, le modèle ne fournit pas une prévision de la dégradation aussi bonne. Il est donc nécessaire de vérifier si I_{FS} et R satisfont à ces conditions. Si I_{FS} et R dépassent ces limites, D sera en général supérieur à la dégradation réelle prévue, les fortes valeurs de S et P ne correspondant pas à la réalité. Le second terme des équations de dégradation n'a pas à être précisé, $\overline{I}_{FS}$ est très proche de la valeur réelle de I_{FS}, sinon, il doit être précisé pour obtenir la vraie dégradation de l'émetteur. Si $I_{FS} < \overline{I}_{FS}$, la dégradation de D sera supérieure à la dégradation $\overline{D}$, correspondant à $\overline{I}_{FS}$ et inversement si $I_{FS} > \overline{I}_{FS}$. L'estimation rapide et approximative de la dégradation $\overline{D}$ est possible en se servant de la formule $\overline{D} = A_o R^{\alpha} t^{n(R)}$ pour une valeur déterminée de R et pour $\alpha \approx 0,4$ et $n \approx 0,3$. La figure 4 donne les courbes des équations (11) et (13) obtenues pour les valeurs R = 1 et I_{FS} = 1,6 - 6,3 et 16 mA respectivement à $T_A = 25°C$ et $T_A = 85°C$. Ces courbes facilitent la recherche des valeurs approximatives de D pour les conditions spécifiques dans lesquelles elles ont été tracées. Elles correspondent aux conditions de fonctionnement préconisées pour les trois familles de photocoupleurs HP.

La discussion de la sécurité de fonctionnement et son interprétation à l'aide des équations du modèle sont particulières aux photocoupleurs 6N135 et 6N138 pour lesquels les DEL ont fonctionné en permanence, l'extrapolation des données pour une durée de fonctionnement supérieure étant supposée valable. D'autres types de DEL, ou des méthodes de fabrication différentes peuvent amener à d'autres résultats que ceux déterminés dans le présent chapitre. Ces expressions ne prennent en compte que les effets du premier terme, la dégradation de l'émetteur $\Delta\eta/\eta$, alors que les effets des termes suivants, réagissant sur la dégradation globale du CTR, ne sont étudiés qu'au chapitre suivant. Ces expressions de la dégradation permettent des essais beaucoup plus rapides si de fortes valeurs de R sont utilisées : elles fournissent, en particulier, un moyen rapide de sélectionner en fabrication des lots d'émetteurs et des valeurs de dégradation acceptables ou de prévoir la durée de vie escomptée des photocoupleurs dans des conditions spécifiques.

Il est très important de noter que la durée de vie totale d'un photocoupleur est plus grande que ne le prévoit la plus mauvaise distribution moyenne + 2σ. Plus précisément, les plus mauvais cas de dégradation indiqués figure 4a (25°C) et 4b (85°C) sont donnés pour un fonctionnement permanent du 6N135. La durée de vie réelle d'un photocoupleur est supérieure à ce qui est indiqué car la plupart des échantillons sont centrés autour de la distribution moyenne de la durée de vie. Ensuite, un photocoupleur fonctionne avec un facteur de forme différente de 100% dans la majorité des cas, 50% par exemple, son espoir de vie sera alors multiplié par deux; enfin, le fait qu'il soit monté sur un dispositif fonctionnant 2000 heures par an (8 heures par jour, 5 jours par semaine et 50 semaines par an) permet d'espérer un accroissement par 4,4 de sa durée de vie en terme d'années de vie utiles.



a



b

FIGURE 4 – Courbes du rendement relatif de l'émetteur en fonction du temps pour R = 1, $I_{FS} = I_{FM}$ = 1,6 - 6,3 et 16 mA valeurs de I_F préconisées respectivement pour les 6N138, 6N137 et 6N135.
Distributions moyenne et moyenne + 2σ à T_A = 25°C (a) et T_A = 85°C (b)

Les considérations concernant la durée de fonctionnement sont étroitement liées à la connaissance que peut avoir le concepteur de l'appareillage auquel le photocoupleur sera intégré. La durée de fonctionnement prévisible s'exprime, pour la dégradation maximale possible à un courant I_{FS} particulier, en utilisant les courbes des figures 4a et 4b pour t temps effectif de fonctionnement et l'expression suivante :

$$t_{\text{durée de vie (fonction. permanent)}} = \left[t_{\text{durée de vie de l'appareillage}}\right]\left[\text{Rapport cyclique des données}\right]\left[\text{Rapport cyclique du système}\right] \quad (16)$$

Un autre facteur non négligeable doit être considéré : le cas le plus défavorable dans lequel le photocoupleur risque d'être employé. Comme le montreront les exemples de montage, la combinaison la plus défavorable des variations de V_{cc1}, V_{cc2}, R_{in}, CTR, R_L, I_{IL} et de la température peut se présenter dans un laps de temps aussi long que 10^5 heures pour une dégradation maximale particulière tolérée. Toutefois, la possibilité que ces sept paramètres varient tous dans un sens défavorable en même temps, est extrêmement faible. Une étude statistique d'un tel phénomène montrerait qu'il ne correspond pas à une situation représentative.

Termes d'ordre supérieur

Le terme de premier ordre, $\Delta\eta/\eta$, de l'effet de la dégradation de l'émetteur, a une influence prépondérante sur ΔCTR, ce qui a été montré précédemment. Cependant, l'étude des effets des termes d'ordres supérieurs a son utilité.

Dans l'étude du second terme de l'équation (5) $(\Delta\eta/\eta)I_F$ $(\partial\ln\beta/\partial\ln I_P)t$, la dégradation de l'émetteur a déjà été étudiée. Il faut cependant noter que $(\partial\ln\beta/\partial\ln I_P)t$ entraîne le déplacement du point de fonctionnement de l'amplificateur de sortie du photocoupleur. Le terme $(\partial\ln\beta/\partial\ln I_P)$ peut s'écrire sous la forme $(1/2.3\beta)$ $(\partial\beta/\partial\log_{10}I_P)$ plus facile à utiliser avec les courbes typiques du β en fonction de $\log_{10}I_P$ des photocoupleurs 6B135 et 6N138, présentés figure 5a.

Si le photocourant Ip est à la droite du point de β maximal de l'une quelconque des courbes, la baisse de rendement de l'émetteur dans le temps provoque une diminution de Ip, mais la croissance de β tend à compenser cette dégradation. Par contre, si Ip se trouve sur l'autre partie de la courbe et que Ip décroisse, la variation de β accentuera l'effet de la dégradation de l'émetteur conduisant à des pertes de CTR plus importantes. L'influence de $\partial\ln\beta/\partial\ln I_P$ sur la dégradation du CTR est illustrée par les exemples suivants.

Considérons le photocoupleur 6N138, de la figure 5c, fonctionnant à $I_F = 1{,}6$ mA (valeur recommandée) à laquelle correspond un $I_P \approx 1{,}6\ \mu A$ (la relation I_F et I_P pour les photocoupleurs HP correspond approximativement à un courant de photodiode de 1 μA, pour un courant d'entrée de 1 mA). Pour $I_P = 1{,}6\ \mu A$, la pente de la courbe à $V_{CE} = 5$ V est égale à -15000 et le gain $\beta = 26000$, d'où $\partial\ln\beta/\partial\ln I_P \approx -0{,}25$. Si par exemple, la dégradation de l'émetteur $\Delta\eta/\eta$ atteint -10%, le terme de second ordre réduira la dégradation totale de façon non négligeable puisque :

$$\frac{\Delta CTR}{CTR} = \left(\frac{\Delta\eta}{\eta}\right) + \left(\frac{\Delta\eta}{\eta}\right)\left(\frac{\partial\ln\beta}{\partial\ln I_P}\right) + \ldots = -10\% + 2.5\% = -7{,}5\% \quad (17)$$

Cette amélioration correspond bien aux prévisions lorsque Ip est à droite du β maximal. Concrètement pour $I_F = 4$ mA ou $I_P \approx 4\ \mu A$, le terme $\partial\ln\beta/\partial\ln I_P = -0{,}8$, et si $\Delta\eta/\eta = -10\%$ comme ci-dessus, on obtiendra un $\Delta CTR/CTR = -2\%$ compensant presque en fait la dégradation de l'émetteur.

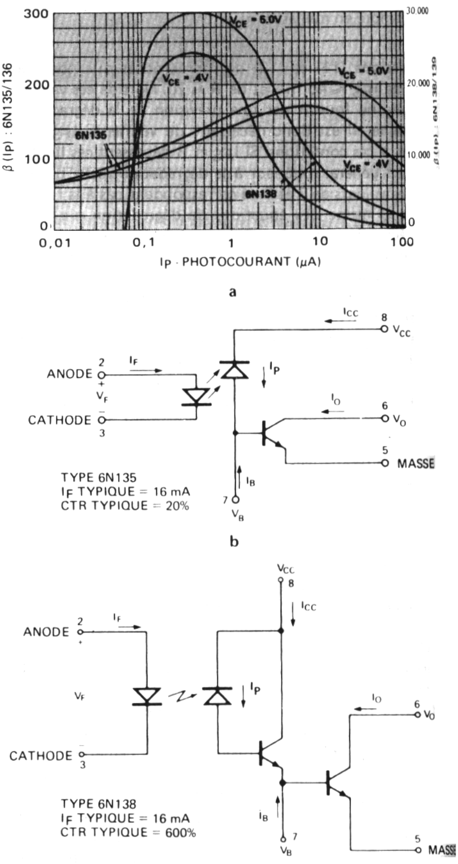


FIGURE 5 — (a) Gain β en courant continu en fonction du photocourant Ip avec photocoupleurs 6N135 et 6N138. Valeurs et courbes typiques de I_F et du CTR des photocoupleurs HP. (b) 6N135. (c) 6N138

La figure 5b illustre un photocoupleur 6N135 fonctionnant à I_F = 10 mA ou $I_P \approx 10\ \mu A$, valeurs correspondant au point où β est maximal sur la courbe $V_{CE} = 0{,}4$ V; la pente est égale à zéro et la dégradation totale du CTR est pratiquement égale à celle de l'émetteur.

Le troisième terme de l'équation (5), $(\Delta\beta/\beta) I_P$ peut avoir une influence dans le temps. A I_P constant, β ne variera en plus ou en moins que de quelques % sur 10000 heures. Cette variation est si faible que ce terme peut être négligé.

Sur les photocoupleurs possédant un amplificateur de sortie comme le 6N137, qui se commute brusquement lorsque le seuil d'entrée en courant est atteint, la dégradation de l'émetteur se détermine à partir des équations (11) et (13). Le courant I_F initial peut être déterminé pour maintenir un courant de garde suffisant ce qui provoquera une dégradation de l'émetteur du photocoupleur afin de donner à I_P une valeur permettant de déclencher l'amplificateur. Le moyen de déterminer la valeur de I_F initial, pour que les photocoupleurs HF fonctionnent correctement, est indiqué dans les exemples traités.

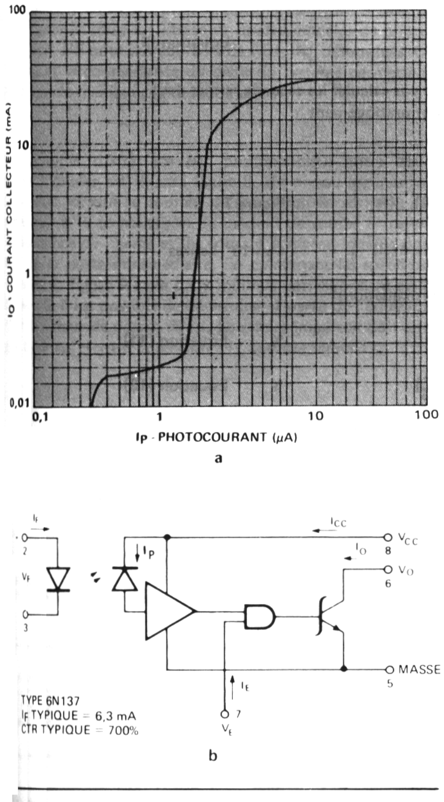


FIGURE 6 – Photocoupleur 6N137. (a) Courant de sortie I_O en fonction du photocourant I_P. (b) Schéma de principe et valeurs typiques de I_F et du CTR

	25°C		85°C			
	$\overline{X}$	$\overline{X} + 2\sigma$	$\overline{X}$		$\overline{X} + 2\sigma$	
			R<6	6≤R	R<8	8≤R
A_0	4,95	9,7	6,8	5	15	11
α	0,388	0,428	0,302	0,467	0,284	0,430

	25°C		85°C	
	R ≤ 1	R ≥ 1	R ≤ 1	R ≥ 1
α (R)	$0{,}19R^{0{,}052}$	$0{,}19R^{0{,}32}$	$0{,}32R^{0{,}08}$	$0{,}32R^{0{,}30}$
β (R)	0,055	$0{,}055R^{0{,}68}$	$0{,}11R^{0{,}25}$	$0{,}11R^{0{,}65}$

	25°C	85°C
γ (R)	$0{,}063R^{0{,}30}$	$0{,}154R^{0{,}26}$
δ (R)	$0{,}081R^{0{,}38}$	$0{,}196R^{0{,}39}$

FIGURE 7 – Tableau des coefficients

Principe de calcul de la dégradation du CTR

1. Spécifier I_{FS}, I_{FM}

2. Déterminer $R = I_{FS}/I_{FM} \leqslant 20$, $I_{FS} \leqslant 40$ mA — pour que les équations (11) et (13) soient valables

3. Calculer une première approximation de la dégradation

$$\bar{D}_{\bar{x}} \text{ ou } \bar{x}+2\sigma = A_o R^{\alpha} t^{n} \quad (\%)$$

avec $\alpha \approx 0{,}4$, A_o (Figure 7)
$n \approx 0{,}3$, t en 10^3 heures
($\bar{D}$ correspond à $\overline{I_{FS}}$)

4. Calculer

$$\overline{I}_{FS} = \begin{cases} 14{,}13 + 9{,}06 \log_{10} R \text{ à } 25^\circ\text{C mA} & \text{Equation (7)} \\ 10{,}5 + 5{,}76 \log_{10} R \text{ à } 85^\circ\text{C mA} & \text{Equation (8)} \end{cases}$$

Si $I_{FS} \approx \overline{I_{FS}}$, passer l'étape 6 et ne pas calculer les seconds termes des équations (11) et 13) qui s'annulent pratiquement

5. Calculer $n(R) = 0{,}0475 \log_{10} R + 0{,}25$

6. Calculer

$$S = \alpha(R) \log_{10} t + \beta(R) \quad \% / \text{mA} \quad \alpha(R), \beta(R)$$

$$P = \gamma(R) \log_{10} t + \delta(R) \quad \% / \text{mA} \quad \gamma(R), \delta(R)$$

Figure 7, t en 10^3 heures

7. Calculer la dégradation moyenne et moyenne $+ 2\sigma$ (Sans approximations)

$$D_{\bar{x}} = A_o R^{\alpha} t^{n(R)} + S\,[I_{FS} - \overline{I_{FS}}] \quad \% \qquad \text{Equation (11)}$$

$$D_{\bar{x}+2\sigma} = A_o R^{\alpha} t^{n(R)} + [S + 2P]\,[I_{FS} - \overline{I_{FS}}] \quad \% \qquad \text{Equation (13)}$$

(A_o, α relevés sur le tableau de la figure 7, t en 10^3 heures)

8 Déterminer la pente pour pouvoir calculer les effets du second terme

$$\frac{\partial \ln \beta}{\partial \ln I_P} = \frac{1}{2{,}3\beta} \; \frac{\partial \beta}{\partial \log_{10} I_P}$$

Figure 5a : Courbes typiques des photocoupleurs HP, pour lesquels on admet que $I_F = 1$ mA $\Rightarrow I_P \approx 1\ \mu$A

9a. Dégradation totale du CTR pour une distribution moyenne

$$\frac{\Delta CTR}{CTR} = D_{\bar{x}} + D_{\bar{x}} \left(\frac{\partial \ln \beta}{\partial \ln I_P} \right)$$

9b. Dégradation totale du CTR pour une distribution moyenne $+ 2\sigma$

$$\frac{\Delta CTR}{CTR} = D_{\bar{x}+2\sigma} + D_{\bar{x}+2\sigma} \left(\frac{\partial \ln \beta}{\partial \ln I_P} \right)$$

Applications pratiques

Les photocoupleurs sont d'un emploi courant comme interface en logique numérique. Les explications suivantes fournissent le moyen de conserver les performances initiales à long terme et de tenir compte des impératifs pratiques du système qui accompagne le photocoupleur. Les éléments importants dont il faut tenir compte sont les suivants : le débit des données, le type de circuits logiques utilisés, les variations de la tension d'alimentation, la tolérance sur les composants, la température de fonctionnement et enfin l'espérance de vie du système.

La vitesse des données doit être considérée comme le critère principal du choix du photocoupleur. La figure 9 indique les caractéristiques en vitesse de quatre modèles de photocoupleurs HP pour des courants de DEL, I_F, déterminés. Ce tableau et la connaissance du débit du système permettent de choisir le meilleur photocoupleur.

Un exemple d'interface par photocoupleur, entre deux portes logiques est illustré figure 8. Un niveau logique bas se produit lorsque le courant de saturation en sortie I_O est supérieur à la combinaison du courant de source à travers la résistance de charge et du courant à niveau logique bas, I_{IL}, de la porte intermédiaire. En combinant les spécifications de la figure 9 et le CTR minimal correspondant de la figure 10, il est possible de déterminer à partir de l'équation (20) la valeur de départ de I_F. Le critère impératif doit être que $I_O \geqslant I_{IL} + I_R$ à la tension V_{IL} spécifié figure 11.

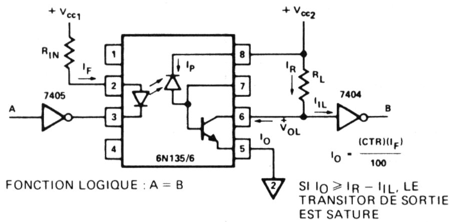


FIGURE 8 — Circuit classique d'interface logique par photocoupleur

$$I_{F\,(MIN)} = \frac{V_{cc1\,(MIN)} - V_{F\,(MAX)} - V_{OL}}{R_{in\,(MAX)}} \qquad (18)$$

$$I_{F\,(MAX)} = \frac{V_{cc1\,(MAX)} - V_{F\,(MIN)} - V_{OL}}{R_{in\,(MIN)}} \qquad (19)$$

$$I_F = \frac{I_O \times 100}{CTR(MIN)} \qquad (20)$$

$$R_{in} = \frac{V_{cc1} - V_F - V_{OL}}{I_F} \qquad (21)$$

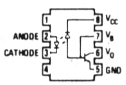
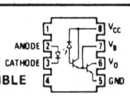
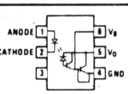
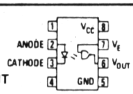
TYPE DE PHOTOCOUPLEUR	DEBIT DES DONNEES NRZ (BITS/S)	COURANT D'ENTREE (I_F)						
		0,5mA	1mA	1,6mA	7,5mA	10mA	12mA	16mA
6N135/6 TRANSISTOR 	MIN							333k
	TYP							2M
6N138/9 DARLINGTON A CIRCUIT DE BASE ACCESSIBLE 	MIN	12k		22k			125k	
	TYP	100k		200k			840k	
4N45/6 DARLINGTON 	MIN					1,8k		
	TYP		640			6,5k		
6N137 PORTE COUPLEE OPTIQUEMENT 	MIN				6,7M			
	TYP				10M			

FIGURE 9 — Spécifications en vitesse de quelques photocoupleurs

TYPE DE PHOTOCOUPLEUR		% CTR à I_F = (mA)						TEMP °C	V_{OL}
		0,5	1	1,6	5	10	16		
TRANSISTOR	6N135						7	25	0,4
	6N136						19		
DARLINGTON A BASE ACCESSIBLE	6N138		300					0–70	0,4
	6N139	400	500					0–70	0,4
DARLINGTON	4N45		250			200		0–70	1
	4N46	350	500			200		0–70	1
PORTE COUPLEE OPTIQUEMENT	6N137				400			0–70	0,6

FIGURE 10 – CTR minimal des photocoupleurs

L'équation (21) permet de calculer la valeur typique de R_{in} à partir du courant I_F choisi et de la tension de sortie à l'état logique bas, V_{OL}, de la porte de commande. La tension V_{OL} de la famille logique est indiquée figure 11. L'étape suivante consiste à définir la valeur du courant d'entrée, I_F, de la DEL dans le cas le plus défavorable, découlant des variations de tolérances sur la résistance R_{in} de limitation du courant de la DEL et sur la tension d'alimentation, V_{cc1}. Les conditions d'obtention de $I_{F(MIN)}$ et du CTR(MIN) initial sont alors utilisées pour déterminer la valeur la plus défavorable de $I_{o(MIN)}$. Inversement, la dégradation maximale du CTR aura lieu lorsque la DEL sera alimentée sous un courant de contrainte égal à $I_{F(MAX)}$, qui servira ainsi à déterminer le plus mauvais cas de dégradation du photocoupleur, calculé à partir de l'équation (19).

Les variations du CTR à partir de sa valeur initiale (t = 0) jusqu'à sa valeur finale à une certaine époque future se compense par le choix de R_L qui doit être compatible avec $I_{o(MIN)} - mI_{IL}$ lorsque le système est définitivement dégradé. L'équation (22) permet de calculer ce cas le plus défavorable.

$$R_{L\,(MIN)} \geqslant \frac{V_{cc2\,(MAX)} - V_{OL}}{\left[\dfrac{I_{F(MIN)} \cdot CTR(MIN) \cdot 1 - \left(\dfrac{D_{\overline{x}} + 2\sigma}{100}\right)}{100} - mI_{IL}\right]} \quad (22)$$

$D_{\overline{x}} + 2\sigma =$ le plus mauvais cas de dégradation du CTR

Le choix de la valeur maximale de R_L est également important du fait que c'est elle qui permet à la tension collecteur, V_{IH}, d'atteindre le niveau logique 1, pour I_{OH} maximum en sortie du photocoupleur, et I_{IH} maximum de la porte intermédiaire.

$$R_{L\,(MAX)} \leqslant \frac{V_{cc2\,(MIN)} - V_{IH}}{I_{OH\,(MAX)} + m\,I_{IH}} \quad (23)$$

Le compromis consiste à choisir R_L entre $R_{L(MIN)}$ et $R_{L(MAX)}$. Comme dans tout système logique à collecteur ouvert, T_{PLH} croît avec R_L. Inversement, lorsque R_L est supérieur à $R_{L(MIN)}$, on obtient une certaine protection entre $I_{o(MIN)}$ et $I_{IL} + I_R$: le sens du compromis dépend ici uniquement du concepteur, seul apte à juger des performances souhaitées.

Les exemples suivants ont été résolus en se basant sur les coefficients relevés figure 7 et la résolution des équations (11) et (13). Ils illustrent la marche à suivre dans l'étude d'un système à photocoupleur en présence d'une dégradation moyenne et moyenne + 2σ du CTR.

TYPES	I_{IL}	V_{IL}	I_{IH}	V_{IH}	I_{OL}	V_{OL}	I_{OH}	V_{OH}
74S	– 2 mA	0,8 V	50 μA	2 V	20 mA	0,5V	– 1000 μA	2,7 V
74H	– 2 mA	0,8 V	50 μA	2 V	20 mA	0,4 V	– 500 μA	2,4 V
74	– 1,6 mA	0,8 V	40 μA	2 V	16 mA	0,4 V	– 400 μA	2,4 V
74LS	– 0,36 mA	0,8 V	20 μA	2 V	8 mA	0,5 V	– 400 μA	2,7 V
74L	– 0,18 mA	0,7 V	10 μA	2 V	3,6 mA	0,4 V	– 200 μA	2,4 V

FIGURE 11 – Paramètres des différents types de circuits logiques TTL

Exemple 1.

Spécifications du système

Vitesse de transmission des données	20 k bits NRZ
Circuits logiques	TTL standard
Alimentations 1 et 2	5 V ± 5%
Tolérance sur les composants	± 5%
Température de fonctionnement	0 à + 70°C
Durée de vie désirée	350.10^3 h (40 ans) pour une utilisation à 50% et un rapport cyclique de 50%

Spécifications de l'interface

Photocoupleur 6N139

$CTR_{(MIN)} = 500\%$ à $I_F = 1{,}6$ mA
$V_{OL(MAX)} = 0{,}4$ V à $I_F = 1{,}6$ mA
$I_{OH(MAX)} = 250\ \mu A$ à $V_{cc2} = 7$ V
$V_{F(MAX)} = 1{,}7$ V à $I_F = 1{,}6$ mA
$V_{F(MIN)} = 1{,}4$ V à $I_F = 1{,}6$ mA
$V_{F(TYP)} = 1{,}6$ V à $I_F = 1{,}6$ mA

Logique TTL standard

$I_{IL} = 1{,}6$ mA		$I_{IH} = 40\ \mu A$	
$V_{IL} = 0{,}8$ V		$V_{IH} = 2$ V	
$I_{OL} = 16$ mA		$I_{OH} = 400\ \mu A$	
$V_{OL} = 0{,}4$ V		$V_{OH} = 2{,}4$ V	

1. Calcul de $R_{in\ (TYP)}$

$$R_{in} = \frac{V_{cc1} - V_{F\ (TYP)} - V_{OL}}{I_{F\ (TYP)}} \qquad (24)$$

$$R_{in} = \frac{5 - 1{,}6 - 0{,}4}{1{,}6 \times 10^{-3}} = 1{,}87\text{k}\Omega\text{, choisir } 1{,}8\ \text{k}\Omega \pm 5\%$$

$R_{(MIN)} = 1710\Omega$
$R_{(MAX)} = 1890\Omega$

2. Calcul de $I_{F\ (MIN)}$

$$I_{F\ (MIN)} = \frac{V_{cc1\ (MIN)} - V_{F\ (MAX)} - V_{OL}}{R_{in\ (MAX)}} \qquad (25)$$

$$I_{F\ (MIN)} = \frac{4{,}75 - 1{,}7 - 0{,}4}{1890\Omega} = 1{,}4 \text{ mA}$$

3. Calcul de $I_{F\ (MAX)}$

$$I_{F\ (MAX)} = \frac{V_{cc1\ (MAX)} - V_{F\ (MIN)} - V_{OL}}{R_{in\ (MIN)}} \qquad (26)$$

$$I_{F\ (MAX)} = \frac{5{,}25 - 1{,}4 - 0{,}4}{1710\Omega} = 2{,}02 \text{ mA}$$

4. Calcul du temps de fonctionnement effectif de la DEL

$$t_{\text{durée de vie (fonction. permanent)}} = \left[t_{\text{durée de vie de l'appareillage}}\right]\left[\text{Rapport cyclique des données}\right]\left[\text{Rapport cyclique du système}\right]$$

$= (40 \text{ ans} \times 8{,}76.10^3 \text{ h/an})\ (50\%)\ (50\%)$

$t_{\text{durée de vie (fonction. permanent)}} = 87{,}60.10^3$ h

5. Déterminer la dégradation moyenne et moyenne + 2σ du CTR à $I_{F(MAX)}$ pour le temps effectif de fonctionnement, soit en extrapolant à partir de la figure 4, soit par le calcul en suivant la marche suivante

5a. Calculer $D_{\bar{x}}$

$$D_{\bar{x}} = A_o t^{0,25} + S\ (I_{FS} - \bar{I}_{FS}) \qquad (27)$$

$$D_{\bar{x}} = 4{,}95 t_{(k\ h)}^{0,25} + (0{,}186 \log t_{(k\ h)} + 0{,}055$$

$$[I_{F\ (MAX)} - 14{,}13 \text{ mA}]$$

$$D_{\bar{x}} = 4{,}95\ (87{,}6)^{0,25} + (0{,}186 \log 87{,}6 + 0{,}055)$$

$$(2{,}02 \text{ mA} - 14{,}13 \text{ mA})$$

$D_{\bar{x}} = 10{,}10\%$ pour un temps de fonctionnement de 40 ans

5b. Calculer $D_{\bar{x}} + 2\sigma$

$$D_{\bar{x}} + 2\sigma = A_o t^{0,25} + (S + 2P)\ (I_{FS} + \bar{I}_{FS}) \qquad (28)$$

$$D_{\bar{x}} + 2\sigma = 9{,}7 t_{(k\ h)}^{0,25} + [\ 2\ (0{,}063 \log t_{(k\ h)} + 0{,}081)$$

APPLICATIONS

$$+ (0{,}186 \log t(k\,hr) + 0{,}055) \,]$$

$$\times\, [I_{F\,(MAX)} - 14{,}13\ mA]$$

$$D_{\bar{x}+2\sigma} = 9{,}7\,(87{,}6)^{0{,}25} + [\,2\,(0{,}063 \log 87{,}6 + 0{,}081)$$

$$+ (0{,}186 \log 87{,}6 + 0{,}055)\,]$$

$$\times\, [2{,}02\ mA - 14{,}13\ mA]$$

$$D_{\bar{x}+2\sigma} = 19{,}71\%$$

6. Marge de sécurité pour la valeur de dégradation du CTR dans le cas le plus défavorable

Il est souvent avantageux d'ajouter une marge de sécurité aux conditions de fonctionnement établies précédemment, de 5% supplémentaires, ce qui est une valeur suffisante pour conserver toutes les garanties possibles et accroître la dégradation du CTR.

$$D_{\bar{x}+2\sigma} + 5\% = 24{,}71\%$$

7. Choix de $R_{L(MIN)}$ pour conserver une marge de sécurité dans le cas le plus défavorable

$D_{\bar{x}+2\sigma} + 5\%$, m = 1

$$R_{L(MIN)} \geqslant \frac{V_{cc2\,(MAX)} - V_{OL}}{\dfrac{I_{F(MIN)} \cdot CTR_{(MIN)}\left(1 - \dfrac{D_{\bar{x}+2\sigma} + 5\%}{100}\right)}{100} - mI_{IL}} \tag{22}$$

$$R_{L(MIN)} \geqslant \frac{5{,}25 - .4}{\dfrac{1{,}4 \times 10^{-3} \cdot 500\% \left(1 - \dfrac{24{,}71\%}{100}\right)}{100} - 1\,(1{,}6\ mA)}$$

$$R_{L\,(MIN)} = 1{,}32k\Omega$$

8. Calcul de $R_{L\,(MAX)}$

$$R_{L\,(MAX)} \leqslant \frac{V_{cc2\,(MIN)} - V_{OH}}{I_{OH\,(MAX)} + mI_{IH}} \tag{29}$$

$$R_{L\,(MAX)} \leqslant \frac{4{,}75 - 2{,}4}{250\mu A + 40\mu A} = 8{,}1k$$

La valeur de R_L est donc comprise entre 1,32 et 8,1 kΩ. Sa valeur intéressante est celle qui correspond à la résistance de charge qui permet à la fois d'avoir les performances de vitesse requise et une marge de sécurité améliorée sur I_0 : ceci amène donc à choisir une valeur proche de $R_{L(MIN)}$ ou de $R_{L(MAX)}$ suivant qu'il faut favoriser la vitesse ou la marge de sécurité. Dans le présent exemple, la durée de vie a priorité sur la vitesse, relativement faible, exigée du photocoupleur. Ces conditions de fonctionnement impliquent une valeur de R_L de 3,3 kΩ ± 5%.

Une marge de sécurité supplémentaire de 5% a été ajoutée à la valeur de dégradation du CTR $D_{\bar{x}} + 2\sigma$, dans le cas le plus défavorable, pour assurer une distribution plus importante. En fin de durée de vie, le pourcentage réel sur la différence entre $I_{OL(MAX)}$ et $I_{o(MIN)}$ est de :

$$I_{o\,(MIN)} = \frac{CTR_{(MIN)} \cdot I_{F\,(MIN)} \cdot 1 - \left(\dfrac{D_{\bar{x}+2\sigma}}{100}\right)}{100} \tag{30}$$

$$I_{OL\,(MAX)} = \frac{V_{cc2\,(MAX)} - V_{OL}}{R_{L\,(TYP - 5\%)}} + m|I_{IL}| \tag{31}$$

$$\text{Marge de sécurité en \%} = \left[1 - \frac{I_{OL\,(MAX)}}{I_{o\,(MIN)}}\right] \times 100 \tag{32}$$

Dans l'exemple, la marge de sécurité supplémentaire sur I_0 provient du choix de R_L plus grand que $R_{L(MIN)}$ (étapes 9, 10 et 11 suivantes).

9. Calcul de I_o (MIN) en fin de vie

$$I_{o\,(MIN)} = \frac{500\% \cdot 1{,}4\ mA \cdot \left(1 - \dfrac{19{,}17\%}{100}\right)}{100} = 5{,}65\ mA$$

10. Calcul de $I_{OL(MAX)}$ dans le cas où $I_{R(MAX)} + I_{IL}$ est le plus défavorable

$$I_{OL\,(MAX)} = \frac{5{,}25 - 0{,}4}{3{,}13k\Omega} + 1{,}6\ mA = 3{,}14\ mA \tag{33}$$

11. Marge de sécurité en %

$$\% = 1 - \frac{3{,}14\ mA}{5{,}65\ mA}\ 100 = 44{,}4\% \tag{34}$$

Ainsi ce circuit d'interface donne une marge de sécurité sur I_O de 44,4%, supérieure aux 19,71% nécessaires à la compensation de la dégradation du CTR, après $86{,}7.10^3$ h de fonctionnement sous un courant $I_{F(MAX)}$ de 2 mA. Cette marge de sécurité résulte du choix de la valeur de R_L = 3,3 kΩ, supérieure à la valeur minimale possible pour obtenir la marge de sécurité calculée à l'étape 6.

Exemple 2.

Spécifications du système

Vitesse de transmission des données	250 k bits NRZ
Circuits logiques	TTL à LSTTL
Alimentations 1 et 2	5 V ± 5%
Tolérance sur les composants	± 5%
Température de fonctionnement	+ 25°C
Durée de vie désirée	175.10^3 h (20 ans) coefficient d'utilisation 50%, rapport cyclique des données 50%

Spécifications de l'interface

Photocoupleur 6N136

$CTR_{(MIN)}$	= 19% à I_F = 16 mA
V_{OL}	= 0,4 V
I_{OH}	= 500 nA à V_{cc2} = 5 V
$V_{F(TYP)}$	= 1,6 V à I_F = 16 mA
$V_{F(MIN)}$	= 1,5 V à I_F = 16 mA
$V_{F(MAX)}$	= 1,7 V à I_F = 16 mA

Logique LSTTL

I_{IL}	= 0,36 mA	I_{OL}	= 8 mA
V_{IL}	= 0,8 V	V_{OL}	= 0,5 V
I_{IH}	= 40 μA	I_{OH}	= 400 μA
V_{IH}	= 2 V	V_{OH}	= 2,7 V

La vitesse de transmission des données demande, après consultation du tableau de la figure 9, que le 6N136 fonctionne avec un courant $I_{F(TYP)}$ de 16 mA. En procédant à l'analyse du cas le plus défavorable en douze étapes, il est facile de déterminer les valeur de R_{in}, de R_L et de la marge de sécurité sur I_O en fin de durée de vie.

1. R_{in} = 187Ω, choisir 180Ω ± 5%
   $R_{L\,(MIN)}$ = 179Ω
   $R_{L\,(MAX)}$ = 189Ω

2. $I_{F\,(MIN)}$ = 14,02 mA

3. $I_{F\,(MAX)}$ = 19 mA

4. **Durée de vie du système**

   t = 43,8k h

5. **$D_{\bar{x}}$ et $D_{\bar{x}+2\sigma}$ pour $I_{F\,(MAX)}$ pour 19 mA**

   par calcul ou en se reportant à la figure 4

   $D_{\bar{x}}$ = 14,5% } **43,8k h**

   $D_{\bar{x}+2\sigma}$ = 28,5% } **durée de vie effective**

6. **Marge de 5% ajoutée par le concepteur**

   $D_{\bar{x}+2\sigma}$ + 5% = 33,5%

7. **Choix de R_L pour avoir une marge $D_{\bar{x}+2\sigma}$ + 5%**

   $R_{L\,(MIN)}$ = 3,44kΩ

8. **$R_{L\,(MAX)}$ = 50kΩ**

9. **$R_{L\,(TYP)}$ = 5,1kΩ ± 5%, $R_{L\,(TYP-5\%)}$**

   = 4,84kΩ, $R_{L\,(MAX+5\%)}$

   = 5,35kΩ

10. **$I_{O\,(MIN)}$ en fin de vie**

    $I_{O\,(MIN)}$ = 1,5 mA

11. **$I_{OL\,(MAX)}$ = 1,36 mA**

12. **Marge de sécurité en % sur $I_{O\,(MIN)}$ = 9,3%**

Exemple 3.

Si une utilisation particulière exige une limite à la dégradation maximale tolérable pendant la durée de vie du système, la valeur optimale de $I_{F(TYP)}$ peut être relevée sur l'une des courbes de la figure 12. Par exemple, si la dégradation maximale acceptable $D_{\bar{x}+2\sigma}$ ne doit pas dépasser 40% et que la durée de vie en fonctionnement effectif doit être de 400.10^3 heures, la courbe indique que $I_{F(TYP)}$ doit être égal ou inférieur à 10 mA. 400 heures de fonctionnement avec un rapport cyclique de 100%, comme c'est le cas sur les équipements de commutation téléphonique, représentent 45 ans de fonctionnement.

Lorsque l'on utilise un 6N139 à amplificateur Darlington pour interfacer une porte logique LSTTL avec les spécifications ci-dessus, la résistance de charge du collecteur peut atteindre une valeur aussi basse que 160 Ω. En utilisant une résistance R_L de 1 kΩ, ce photocoupleur possèdera en fin de vie une marge de sécurité supplémentaire de 81,8%. L'analyse du cas le plus défavorable montre bien que le choix judicieux de R_L permet d'atteindre des performances de rapport de transfert en courant dépassant de loin les exigences normales du MTBF de la plupart des équipements commerciaux.

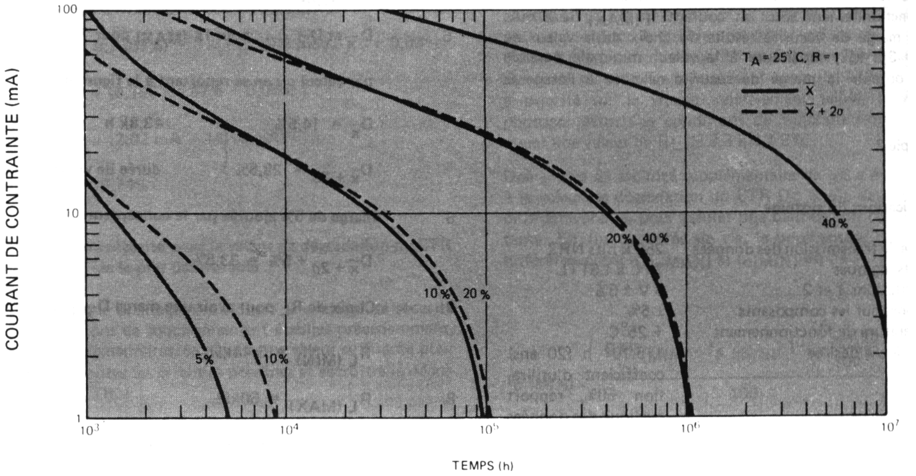


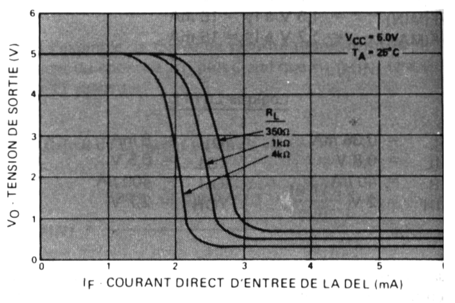
FIGURE 12 — Courant de contrainte (I_{FS}) en fonction du temps et du pourcentage de dégradation

Remarques sur les portes couplées optiquement

Les photocoupleurs peuvent également être utilisés pour des transmissions de données multiples de un mégabit. Les trois familles mentionnées en premier, figure 9, ne sont pas aptes à une telle interface, alors que le 6N137 peut fonctionner jusqu'à 10 MHz. Il diffère des photocoupleurs à transistor ou à Darlington par le fait que la relation de transfert $I_F - I_O$ n'est pas linéaire, comme le montrent les courbes de la figure 13. Cette relation dépend du niveau de seuil minimal du courant de DEL, I_{Fth}, nécessaire pour faire débiter le transistor de sortie à travers la résistance d'alimentation et la porte. Au fur et à mesure que la DEL se dégrade, la valeur de I_{Fth} doit augmenter pour produire le même courant, détecté par la photodiode, nécessaire au déclenchement de la porte de sortie.

Dans les exemples précédents, l'étude du plus mauvais cas et de la marge de sécurité était basée sur celle du courant collecteur de sortie, I_O, alors que pour les portes couplées optiquement, elle concerne le courant initial de I_F qui doit, au bout du temps importé, fournir le courant nécessaire pour atteindre le seuil permettant à la porte de changer d'état.

Le calcul approché du courant I_F, nécessaire au fonctionnement de la DEL dans le cas le plus défavorable de la dégradation, est réalisé en appliquant une marge de sécurité au courant d'entrée minimal garanti, I_{FH}, pour un courant I_{OL} et une tension V_{OL} d'interface spécifiés. L'équation (35) donne la relation qui existe entre I_P et I_F sur le 6N137.



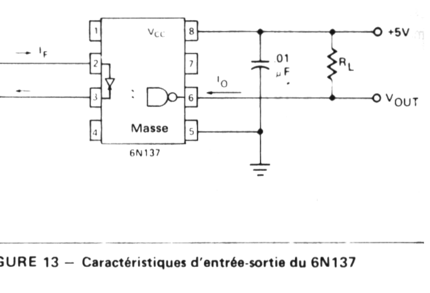


FIGURE 13 — Caractéristiques d'entrée-sortie du 6N137

$I_P \alpha (I_F)^n$, où $1{,}1 \leqslant n \leqslant 1{,}3$ (35)

En admettant que la marge de sécurité appliquée à la valeur initiale de I_F entraîne une marge de sécurité sur I_P, il en résulte l'équation (36) :

$$\left[1 - \frac{D_{\bar{x}+2\sigma}}{100}\right] = \left[\frac{I_{PH}}{I_P}\right] = \left[\frac{I_{FH}}{I_F}\right]^n \quad (36)$$

d'où

$$I_F = \frac{I_{FH}}{\left[1 - \frac{D_{\bar{x}+2\sigma}}{100}\right]^n} \quad (37)$$

Les exemples précédents ont montré que le premier terme de l'équation permettant le calcul de $D_{\bar{x}+2\sigma}$, c'est-à-dire, $A_0R^{\alpha}t^{n(R)}$, $(9{,}7\ t_{(k\ h)}{}^{0{,}25})$, prédominait dans la détermination de la valeur de la dégradation la plus favorable. Or, il ne contient pas d'élément dépendant de I_F, ce qui permet d'avoir une approximation de la dégradation de la DEL dans le plus mauvais cas en relation directe avec le temps de fonctionnement souhaité. Cette valeur initiale de $D_{\bar{x}+2\sigma}$ est utilisée dans l'équation (37) pour calculer la valeur initiale de I_F. A partir de celle-ci l'équation (28) permet un calcul plus précis de la valeur de la dégradation. Cette procédure entraîne la répétition du signal de remise à zéro à partir d'une valeur de I_F assurant un fonctionnement fiable.

L'exemple suivant illustre cette méthode.

Exemple 4.

Spécifications du système

Vitesses de transmission des données	6 MHz, NRZ
Circuits logiques	LSTTL à TTL
Alimentations 1 et 2	5 V ± 5%
Tolérances sur les composants	± 5%
Température de fonctionnement	0 à + 70°C
Durée de vie désirée	203.10^3 h (23 ans) coefficient d'utilisation 50%, rapport cyclique des données 50%

1. **Calcul du temps de fonctionnement réel de la DEL**

$$t_{\text{durée de vie (fonction. permanent)}} = \left[t_{\text{durée de vie de l'appareillage}}\right]\left[\text{Rapport cyclique des données}\right]\left[\text{Rapport cyclique du système}\right]$$

$$= (23 \text{ ans} \times 8{,}76.10^3 \text{ h/an}) (50\%) (50\%)$$

$$t_{\text{durée de vie (fonction. permanent)}} = 50{,}3.10^3 \text{ h}$$

2. **Calcul de la dégradation de la DEL dans le cas le plus défavorable**

$$D_{\bar{x}+2\sigma} \approx 9{,}7\ t_{(k\ h)}{}^{0{,}25}$$

$$D_{\bar{x}+2\sigma} \approx 9{,}7\ (50{,}3)^{0{,}25}$$

$$D_{\bar{x}+2\sigma} \approx 26\%$$

3. **Calcul de la marge de sécurité en première approximation I_F, n = 1,2**

$$I_F = \frac{I_{FH}}{\left[1 - \frac{(\approx D_{\bar{x}+2\sigma})}{100}\right]^{1/n}} = \frac{5 \text{ mA}}{0{,}78} = 6{,}41 \text{ mA}$$

4. **Calcul de la résistance d'entrée R_{in}**

$$R_{in} \leqslant \frac{V_{cc1\ (MIN)} - V_{F\ (MAX)} - V_{OL}}{I_F}$$

$$R_{in} \leqslant \frac{4{,}75 - 1{,}7 - 0{,}4}{0{,}00641}$$

$R_{in} \leqslant 413\Omega$ choisir $R_{in} = 390\Omega \pm 5\%$

Rin (MAX)

$$R_{in\ (MAX)} = 409\Omega$$

$$R_{in\ (MIN)} = 370\Omega$$

5. **Calcul de I_F (MAX)**

$$I_{F\ (MAX)} = \frac{V_{cc1\ (MAX)} - V_{F\ (MIN)} - V_{OL}}{R_{in\ (MIN)}}$$

$$I_F = \frac{5{,}25 - 1{,}4 - 0{,}4}{370}$$

$$I_F = 9{,}32 \text{ mA}$$

6. **Calcul de $D_{\bar{x}+2\sigma}$ pour I_F (MAX) (cas le plus défavorable)**

$$D_{\bar{x}+2\sigma} = 25{,}8\% + 0{,}747\ (9{,}32\text{mA} - 14{,}13\text{mA})$$

$$D_{\bar{x}+2\sigma} = 22{,}2\%$$

7. **Calcul du nouveau I_F minimal en fin de vie, à partir du résultat trouvé en 6**

$$I_{F(EOL)} = \frac{I_{FH}}{\left[1 - \frac{22,2}{100}\right]^{1/1,2}} = \frac{5}{0,81} = 6,16\ mA$$

8. **Calcul de $I_{F\ (MIN)}$**

$$I_{F\ (MIN)} = \frac{V_{cc1\ (MIN)} - V_{F\ (MAX)} - V_{OL}}{R_{in\ (MAX)}}$$

$$I_{F\ (MIN)} = \frac{4,75 - 1,7 - 0,4}{409}$$

$$I_{F\ (MIN)} = 6,47\ mA$$

9. $R_{L\ (MIN)}$, m = 1

$$R_{L\ (MIN)} = \frac{V_{cc2\ (MAX)} - V_{OL}}{I_{OL\ (MIN)} - mI_{IL}}$$

$$= \frac{5,25 - 0,6}{0,016 - 0,0016}$$

$$R_{L\ (MIN)} = 332\Omega$$

10. $R_{L\ (MAX)}$, m = 1

$$R_{L\ (MAX)} = \frac{V_{cc2\ (MAX)} - V_{OH}}{I_{OH\ (MAX)} + mI_{IH}}$$

$$R_{L\ (MAX)} = \frac{4,75 - 2,4}{250\mu A + 40\mu A}$$

$$R_{L\ (MAX)} = 8,1k\Omega$$

11. **Marge de sécurité minimale sur la dégradation de l'émetteur en %**

$$\%_{(MIN)} = \left[1 - \frac{I_{F\ (EOL)}}{I_{F\ (MIN)}}\right] 100 \qquad (38)$$

$$4.8\% = \left[1 - \frac{6,16\ mA}{6,47\ mA}\right] 100$$

où $I_{F\ (EOL)}$ représente le seuil de commutation en fin de vie

12. **Marge de sécurité maximale sur la dégradation de l'émetteur en %**

$$\%_{(MAX)} = \left[1 - \frac{I_{F\ (EOL)}}{I_{F\ (MAX)}}\right] 100 \qquad (39)$$

$$34\% = \left[1 - \frac{6,16\ mA}{9,32\ mA}\right] 100$$

En conclusion de cette analyse, tant que $I_{F(MAX)}$ est inférieur à $I_{\overline{FS}}$ = 14,13 mA, la dégradation du CTR dans le cas le plus défavorable peut être calculée à partir du seul terme $A_0R^{\alpha}t^{n(R)}$ dont dépend $D_{\overline{x}} + 2\sigma$. Dans l'exemple ci-dessus, ce terme a permis d'évaluer la dégradation à 26%; en affinant le calcul (équation (28)), elle atteint 22%. La marge de sécurité en fin de durée de vie peut se calculer par les équations (38) et (39). L'équation (38) donne une marge de sécurité minimale de 5,7% et l'équation (39) une marge de sécurité maximale de 35%.

HEWLETT PACKARD

NOTE D'APPLICATIONS 1003

Interfaces microprocesseur afficheurs 18 segments

INTRODUCTION

L'utilisation pratiquement systématique des microprocesseurs, dans les équipements modernes, a amené un développement parallèle des afficheurs alphanumériques. Les afficheurs à 18 segments des séries HDSP-6508 et 6300 ont été conçus pour fournir une alternative plus économique et plus simple d'emploi aux afficheurs à matrice de points 5 × 7. Les 18 segments permettent de reconstituer le jeu des 64 principaux caractères ASCII (chiffres, ponctuation, majuscules), le point et les deux points centrés, ainsi que de nombreux symboles spéciaux. La hauteur des caractères est de 3,81 mm sur les HDSP-6504 et 6508 et de 3,56 mm sur les HDSP-6300. L'entraxe des caractères est de 6,35 mm sur les HDSP-6508 et de 5,08 mm sur les HDSP-6300. Montés en boîtiers DIL, les HDSP-6508 et 6300 comportent huit caractères, les HDSP-6504 quatre. Plusieurs systèmes d'interface ont été conçus pour simplifier leur mise en œuvre. Les circuits comportent un décodeur circuit de commande ASCII 18 segments et un étage de puissance à Darlington NPN alimentés sous 5 V assurant l'interface directe avec les logiques numériques. La présente note d'applications décrit les différentes techniques d'interface entre un afficheur 18 segments et un système à microprocesseur. Suivant la constitution générale de l'ensemble, le temps que le microprocesseur peut consacrer aux circuits d'affichage et le type d'informations à visualiser, le concepteur pourra choisir l'une des différentes solutions préconisées.

TECHNIQUES D'INTERFACE

Les quatre techniques d'interface entre les afficheurs HDSP-6508 et HDSP-6300 et les systèmes à microprocesseur sont développées dans cette note et illustrées en figures 1a à 1d.

1a. Le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT sert d'interface entre le système à microprocesseur et l'afficheur à DEL multiplexées. Le contrôleur interrompt périodiquement le microprocesseur qui, après chaque interruption, fournit de nouvelles données d'affichage pour le cycle de rafraîchissement suivant.

1b. L'interface par CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES provoque le rafraîchissement de l'afficheur à DEL indépendamment du microprocesseur, une RAM* locale stocke les données d'affichage décodées. Celles-ci lues en permanence sur la RAM sont utilisées pour rafraîchir l'afficheur : à chaque changement du message affiché le microprocesseur décode chaque caractère du logiciel et écrit les données décodées sur la RAM locale.

*RAM : Random Access Memory : Mémoire Vive

1c. L'interface par CONTROLEUR DE DONNEES CODEES rafraîchit lui aussi l'afficheur à DEL multiplexées, indépendamment du système à microprocesseur. La RAM locale stocke les données ASCII lues en permanence dans la RAM, décodées et utilisées au rafraîchissement de l'afficheur. Le message affiché est modifié par l'écriture de nouveaux caractères ASCII sur la RAM locale.

1d. L'interface par CONTROLEUR A MICROPROCESSEUR D'AFFICHAGE utilise un microprocesseur spécialisé pour commander l'afficheur. Il sert au stockage et au décodage des données ASCII ainsi qu'au rafraîchissement de l'afficheur et fonctionne de façon indépendante du microprocesseur principal. Le logiciel du microprocesseur spécialisé a des caractéristiques de puissance que ne possèdent pas les autres types d'interface. Le microprocesseur principal met à jour l'affichage à DEL en transmettant de nouveaux caractères ASCII au microprocesseur du contrôleur d'affichage.

COMPARAISONS ENTRE LES DIFFERENTS TYPES D'INTERFACE

Le choix d'un type d'interface particulier est très important car il détermine totalement l'articulation du système autour du microprocesseur. Chaque interface nécessite une ou plusieurs adresses mémoire ou E-S. Celles-ci sont générées par décodage du bus d'adresse du microprocesseur. Le décodeur d'affichage est situé soit dans le programme du microprocesseur soit dans le circuit d'interface de l'afficheur. Placé dans le programme, il permet d'obtenir des caractères de graphisme quelconque à partir du programme, spécialement s'il s'agit de reproduire des caractères propres à certaines langues ou des symboles particuliers. Le type d'interface choisi peut limiter, gêner ou se superposer à certains moyens de program-

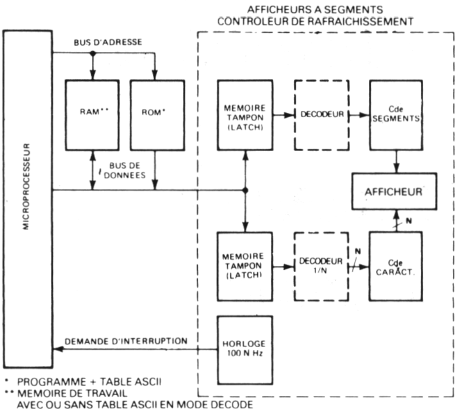


FIGURE 1a - Interfaces d'affichage du CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT

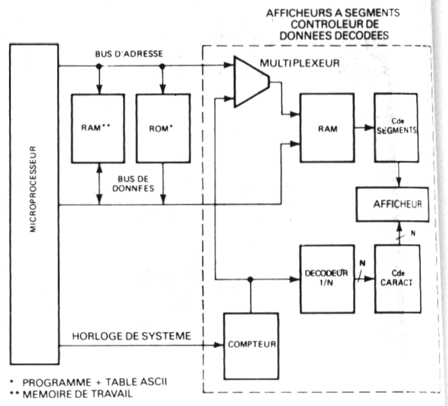


FIGURE 1b - Interfaces d'affichage du CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES

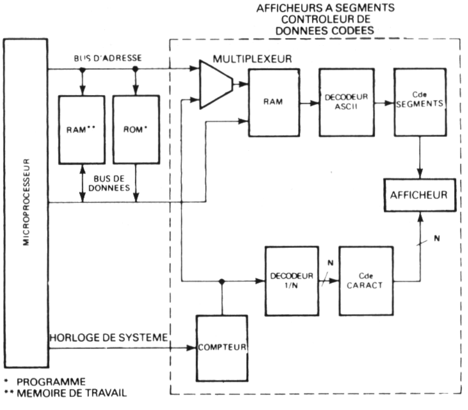


FIGURE 1c - Interfaces d'affichage du CONTROLEUR DE DONNEES CODEES

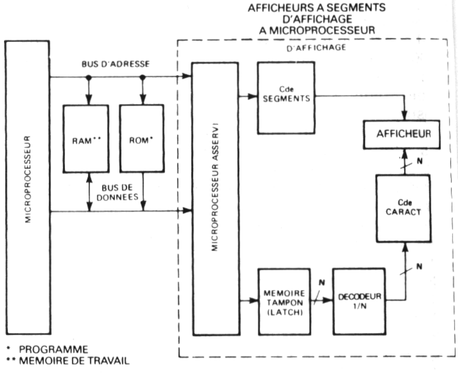


FIGURE 1d - Interfaces d'affichage du CONTROLEUR DU MICROPROCESSEUR D'AFFICHAGE

mation utilisés dans le reste du microprocesseur. L'usage d'une interruption, par exemple, peut limiter certaines possibilités de programmation utilisables dans les parties du programme du microprocesseur qui sont susceptibles d'être interrompues.

LE CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT nécessite une action réciproque permanente avec le microprocesseur. Le microprocesseur échantillonne effectivement l'afficheur à DEL, l'interface de ce dernier se trouve donc simplifiée. En principe, ce type de montage est le plus économique pour une longueur d'affichage donnée. Le décodeur d'affichage peut soit se trouver à l'intérieur du programme, soit être constitué par des circuits de l'interface. L'échantillonnage de l'affichage est réalisé par le circuit d'interruption du microprocesseur. Le temps d'occupation de ce dernier est directement proportionnel au nombre de caractères.

LES CONTROLEURS DE DONNEES DECODEES ET DE DONNEES CODEES ne nécessitent l'intervention du microprocesseur que lorsque les messages affichés sont modifiés. Les deux systèmes utilisent une RAM locale continuellement analysée par l'électronique de l'interface d'affichage. Dans le premier système de contrôleur, le décodeur d'affichage est placé dans le logiciel du microprocesseur, la RAM locale mémorisant les données d'affichage décodées. Dans le second système, le décodeur d'affichage est intégré aux circuits d'interface de l'afficheur, la RAM locale stockant les données ASCII. Ces dernières étant plus concises que les données d'affichage décodées, la capacité de la RAM locale peut être moindre.

Les deux techniques permettent au microprocesseur de modifier individuellement un caractère affiché, par une écriture mémoire ou E-S à une adresse bien précise. Ces deux systèmes sont très rapides.

LE CONTROLEUR A MICROPROCESSEUR D'AFFICHAGE, comme les deux contrôleurs ci-dessus, ne nécessite l'intervention du microprocesseur que lors de la modification du message d'affichage. Le microprocesseur spécialisé dans les fonctions d'affichage fournit de nombreuses fonctions complémentaires : modes d'entrée multiples, curseur clignotant, édition de texte, fonction sorties de données. Le logiciel réduit l'interaction du microprocesseur tout en fournissant des modes d'entrée plus élaborés, en comparaison de ceux procurés par le mode d'entrée par RAM des contrôleurs de données codées et décodées. Le décodeur d'affichage se trouve soit intégré au microprocesseur d'affichage soit constitué par une PROM séparée. Accompagnée de circuits additionnels, cette dernière permet à l'utilisateur de disposer d'une police de caractères particulière. La vitesse d'entrée des données dans ce contrôleur est plus faible qu'avec les contrôleurs de données codées ou décodées.

FONCTIONNEMENT D'UN MICROPROCESSEUR

Avant de pouvoir utiliser efficacement les différents systèmes contrôleur décrits dans les paragraphes suivants, il est nécessaire de revoir les principes fondamentaux du microprocesseur. Un système à microprocesseur est en général constitué d'un microprocesseur, d'une ROM, d'une RAM et d'une interface E-S, suivant le schéma de principe de la figure 2. La ROM fournit le programme de la fonction que doit réaliser le microprocesseur, la RAM servant de mémoire intermédiaire à ce dernier. L'interface E-S comporte un circuit utilisé pour l'entrée ou la sortie du système.

L'interface microprocesseur-système est composée d'un bus d'adresse, d'un bus de données et d'un bus de commande. Le bus d'adresse représenté par les sorties (A_0, A_1,... A_n) du microprocesseur transmet en bloc un nombre binaire bien précis, ou adresse, qui désigne spécifiquement chaque mot de la ROM, de la RAM et de l'interface E-S. Le bus de données sert d'entrée au microprocesseur pendant la lecture d'une mémoire ou d'une entrée, et de sortie pendant une écriture mémoire ou sortie. Le bus de commande fournit au microprocesseur les signaux et la synchronisation du système nécessaires à la distinction entre une lecture et une écriture mémoire et dans certains cas, entre une lecture et une écriture E-S. Ces lignes de commande ainsi que le diagramme des temps dépendent du type de microprocesseur utilisé.

Les bus d'adresse, de données et de commande fournissent l'ensemble des instructions et des données nécessaires au microprocesseur. L'exécution du programme, composé d'une série de lectures mémoire (recherche de l'instruction), est parfois suivi d'une lecture ou d'une écriture mémoire (exécution de l'instruction). Pour réaliser une lecture mémoire, le microprocesseur émet, sur le bus d'adresse, l'adresse mémorisée du mot à lire. Cette adresse localise un mot bien précis dans le système de mémoire, auquel le microprocesseur donne l'ordre de lecture mémoire en émettant sur le bus de commande le signal voulu. L'adresse choisit l'élément voulu sur la RAM ou la ROM du système, le mot sélectionné est alors transmis sur le bus de données, à l'émission du signal «lecture». Entre temps, les éléments de mémoire non sélectionnés bloquent leur ligne de sortie pour que seul l'élément de mémoire choisi soit effectif sur le bus de données. Avec un certain retard, le microprocesseur lira le mot transmis par le bus de données. Pour provoquer une écriture mémoire, le microprocesseur émet l'adresse mémoire du mot à écrire sur le bus de l'adresse.

Au bout d'un certain temps, le microprocesseur émet sur le bus de commande le signal donnant au système mémoire, l'instruction d'écriture en mémoire. Il émet en outre le mot de mémoire désiré sur le bus de données. L'adresse sélectionne un élément de la RAM à l'intérieur du système. Le signal d'écriture provoque la lecture par l'élément de mémoire du mot du bus de données et son stockage à l'endroit déterminé. Une fois le cycle d'écriture

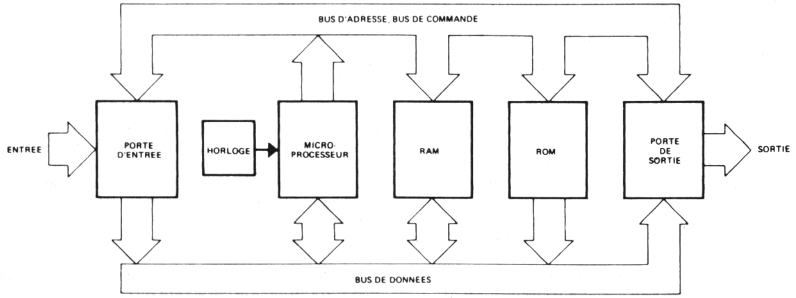


FIGURE 2 - Schéma synoptique d'un système typique à microprocesseur.

*PROM : Programmable Read Only Memory : Mémoire programmable Morte.

APPLICATIONS

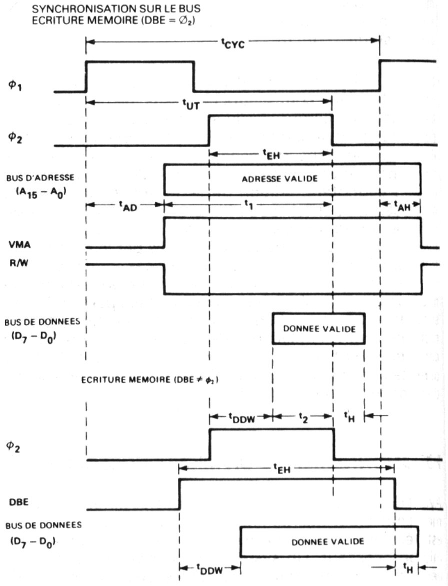
terminé, le nouveau mot remplace le précédent dans la RAM. Pendant l'écriture mémoire, les sorties des éléments de mémoire non sélectionnés demeurent bloquées pour que seul le microprocesseur soit actif sur le bus de données. Les lignes de commande, la synchronisation des bus d'adresse, de données et de commande dépendent du type de microprocesseur utilisé.

Certains microprocesseurs, comme le Motorola 6800, traitent l'entrée-sortie et la mémoire selon le même processus. Elles occupent toutes deux une même portion d'adresse et on y accède avec les mêmes instructions. Le décodage par les circuits du bus d'adresse détermine si l'écriture ou la lecture se fait au niveau d'un élément de la mémoire ou de l'entrée-sortie. D'autres microprocesseurs, comme les 8080A ou 8085 d'Intel ou le Z-80 de Zilog, ont des intervalles d'adresse différents pour la mémoire et l'entrée-sortie; ils utilisent des instructions propres à l'accès de l'une ou de l'autre, en fournissant au bus de commande des signaux distinguant la mémoire et l'entrée-sortie. L'un des avantages de ce dernier système est de pouvoir réduire l'intervalle pour simplifier le décodage.

Cependant, les instructions E-S disponibles sont en général moins puissantes que les instructions d'une mémoire de référence. Il est pourtant toujours possible de localiser des ensembles E-S dans l'espace réservé à l'adresse mémoire par un décodage approprié des bus d'adresse et de commande, ce qui permet d'accéder à ces ensembles E-S au moyen d'instructions issues de la mémoire de référence.

Les microprocesseurs de la famille 6800 ont un bus d'adresse de 16 lignes, un bus de données de 8 lignes et un bus de commande qui transmet entre autres les signaux VMA (Valid Memory Address : Adresse Mémoire Valide), R/$\overline{W}$ (Read/Write : Lecture/Ecriture), DBE (Data Bus Enable : Validation Bus de Données) ainsi que les signaux d'horloge $\emptyset_1$ et $\emptyset_2$. R/$\overline{W}$ détermine la lecture ou l'écriture mémoire alors que VMA conjointement à R/$\overline{W}$ détermine l'adresse de la mémoire valide. DBE commute le bus de données interne du 6800 sur le bus de données extérieur. Dans certains cas, DBE peut être rélié à $\emptyset_2$. Un temps de maintien plus long des données, T_H, s'obtient en retardant $\emptyset_2$ à l'entrée du 6800 ou en prolongeant DBE au-delà du front descendant de $\emptyset_2$. Le diagramme des temps du bus d'adresse, du bus de données, de VMA et de R/$\overline{W}$ pour une écriture en mémoire est illustré figure 3.

Sur le 8080, le bus d'adresse comporte 16 lignes, le bus de données 8 lignes et le bus de commande un certain nombre de lignes incluant DBIN (Data Bus In : Entrée Bus de Données), $\overline{WR}$ (Write : Ecriture), SYNC (Synchronisation), READY (Prêt) et les signaux d'horloge $\emptyset_1$ et $\emptyset_2$. DBIN et $\overline{WR}$ précisent s'il s'agit d'une opération d'écriture ou de lecture. Le 8080A distingue une mémoire d'une E-S par l'envoi d'un mot d'état avant chaque cycle machine. Lorsque SYNC est à l'état haut, le mot d'état est stocké au moment du front positif de $\emptyset_1$ sur une mémoire octale de stockage. Les sorties de cette dernière peuvent alors être décodées pour préciser si le cycle machine est une écriture mémoire, une lecture de mémoire, une écriture E-S ou une lecture E-S. Les contrôleurs de système Intel 8228 ou 8238 fournissent cette mémoire d'état dont ils codent en outre les sorties avec DBIN et $\overline{WR}$ pour générer les quatre signaux de cadencement $\overline{\text{MEM R}}$ (Memory Read : Lecture Mémoire), $\overline{\text{MEM W}}$ (Memory Write : Ecriture Mémoire) $\overline{\text{I/O R}}$ (lecture E-S, $\overline{\text{I/O W}}$ (Ecriture E-S). Ils n'ont cependant pas de sorties des mémoires d'état. Le diagramme des temps du bus d'adresse, du bus de données, de $\overline{WR}$ et de SYNC correspondant à l'écriture mémoire et à l'écriture E-S est illustré figure 4. L'entrée supplémentaire



MICROPROCESSEUR 6800	DUREE MINIMALE (nS)				
	t_{DDW} (MAX)	t_1	t_{AH}	t_2	t_H
6800, t_{CYC} = 1000	225	630	30	225	10
68A00, t_{CYC} = 666	200	420	30	80	10
68B00, t_{CYC} = 500	160	290	30	60	10

$t_1(MIN) = t_{UT}(MIN) - t_{AD}(MAX)$

$t_2(MIN) = t_{EH}(MIN) - t_{DDW}(MAX)$

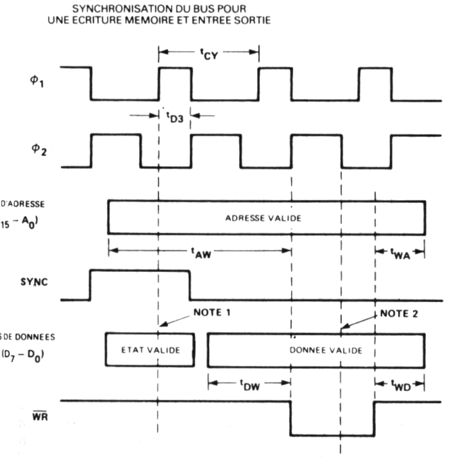
Extrait de la fiche technique MC6800 MOTOROLA (DS9471), 1978

FIGURE 3 - Synchronisation d'écriture mémoire pour les microprocesseurs de la famille 6800.

READY (Prêt) du 8080A permet d'augmenter la durée de validité des bus d'adresse et de données d'un nombre entier de cycles d'horloge.

CONTROLEURS DE RAFRAICHISSEMENT

La figure 5 montre la constitution d'un contrôleur de rafraîchissement pour afficheur alphanumérique de 16 caractères à 18 segments. Le circuit fonctionne par interruption du microprocesseur à la cadence de 1600 Hz. Le microprocesseur réagit à chaque interruption en envoyant un nouveau caractère ASCII au décodeur-amplificateur, ASCII-18 segments, AC5947 (Texas Instruments) et un nouveau mot de caractères au 74LS174. La figure 6 illustre le modèle de caractère fourni par le AC5947. Les sorties du 74LS174 sont décodées pour que le mot de caractère 00_{16} fasse apparaître le caractère de l'extrême gauche sur l'afficheur et le mot de caractère $0F_{16}$ celui de l'extrême droite. Le mot de caractère $1F_{16}$ éteint tous les caractères. Un préamplificateur supplémentaire NE590 (Signetics) permet d'étendre l'affichage à 24 caractères; ce qui nécessite la modification du courant direct crête I_{Fpeak} et de la cadence d'interruption.



MICROPROCESSEUR 8080 AVEC HORLOGE 8228	DUREE MINIMALE (nS)			
	t_{AW}	t_{WA}	t_{DW}	t_{WD}
8080A, t_{CY} = 480	740	90	230	90
8080A-2, t_{CY} = 380	560	80	140	80
8080A-1, t_{CY} = 320	470	70	110	70

$t_{AW} = 2t_{CY} - t_{D3} - [140(A), 130(A-2), 110(A-1)]$

$t_{WA} = t_{WD} = t_{D3} + 10$

$t_{DW} = t_{CY} - t_{D3} - [170(A), 170(A-2), 150(A-1)]$

Extrait du catalogue composants INTEL, 1978.

NOTE 1 : Le mot d'état doit être mémorisé sur une mémoire tampon octale lorsque SYNC = 1 sur un front positif de $\varnothing_1$.

NOTE 2 : Il est possible d'ajouter des cycles d'attente complémentaire à ce point. Un cycle d'attende est obtenu en mettant READY à l'état bas avant l'apparition du front descendant de $\varnothing_2$ pendant le cycle d'horloge précédant le front descendant de WR.

FIGURE 4 - Synchronisation d'écriture-mémoire et entrée-sortie pour les microprocesseurs de la famille 8080A Intel.

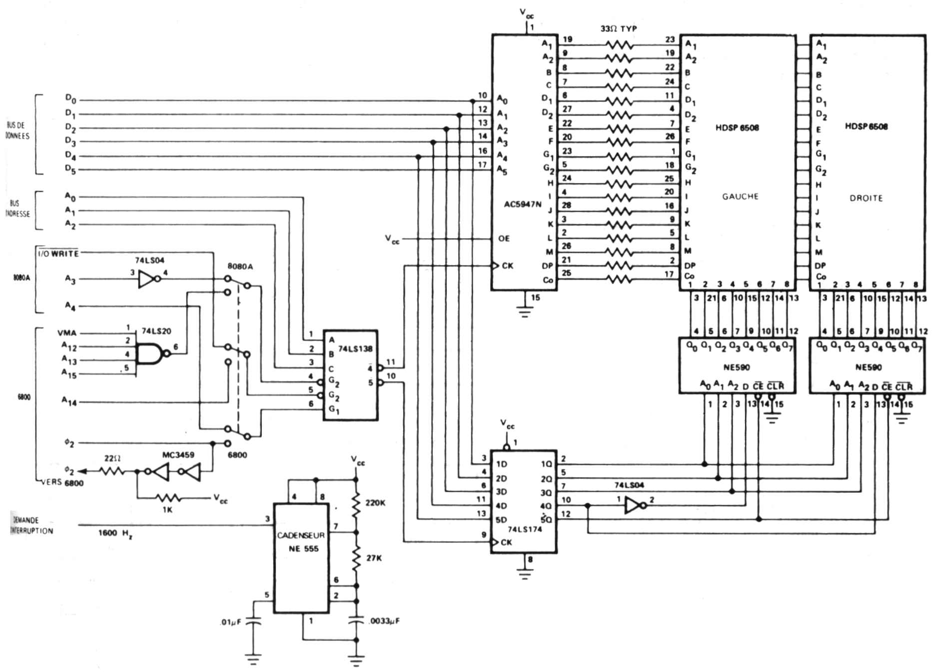


FIGURE 5 - Interface entre le microprocesseur 6800A ou 8080A et le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT HDSP-6508 au moyen d'un décodeur/driver ASCII-18 segments Texas Instruments.

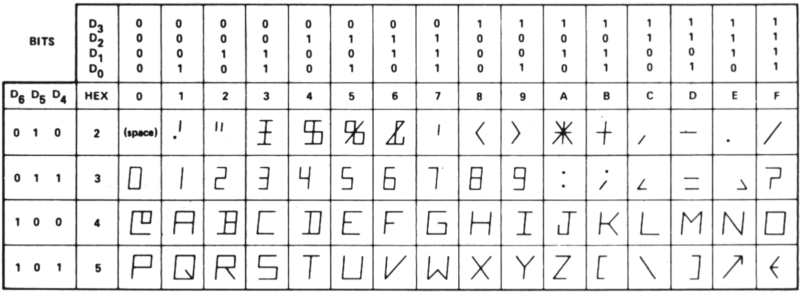


FIGURE 6 - Graphisme des caractères fournis par le décodeur ASCII-18 segments AC5947.

Le programme du microprocesseur 6800 représenté en figure 7 sert d'interface avec le contrôleur de rafraîchissement. Après chaque interruption, le programme RFRSH (Rafraîchissement) est exécuté. Il utilise un registre bloc-notre POINT, qui, à l'intérieur du message ASCII à 16 bits, désigne le caractère ASCII suivant qui doit être enregistré dans l'interface d'affichage. Le registre bloc-note DIGIT contient le mot du caractère suivant à stocker dans l'interface d'affichage. L'interface entre le programme et le circuit est réalisé par l'intermédiaire de deux adresses mémoire ou E-S : une écriture mémoire à l'adresse SEG (Segment) écrit un mot de six bits dans le AC5947 et une écriture mémoire à l'adresse DIG (Digit : Chiffre) écrit un mot de cinq bits sur le 74LS174. Pour éviter les aléas, les circuits de commande des caractères sont coupés avant le chargement du caractère suivant sur le AC5947. Après un certain délai, le chiffre suivant s'allume. Les registres POINT et DIGIT sont mis à jour. L'exécution du programme principal reprend aussitôt après l'exécution de l'instruction RTI. Le programme similaire écrit pour le microprocesseur 8080A est représenté en figure 8. Le programme de la figure 7 fonctionne avec une horloge à 1 MHz et nécessite 0,11 % + n . 0,72 %, n, nombre de caractères de l'afficheur, du temps disponible sur le microprocesseur pour rafraîchir l'affichage à la cadence de 100 Hz. Le programme de la figure 8 fonctionne avec une horloge à 2 MHz et nécessite, dans les mêmes conditions que ci-dessus, 0,31 % + n . 0,96 % du temps

```
                              INSTRUCTIONS
EMPL.   CODE OBJET            EN LANGAGE SOURCE

        BF04        SEG       EQU     $BF04
        BF05        DIG       EQU     $BF05

0000    0003        POINT     FDB     DATA
0002    00          DIGIT     FCB     0
0003                DATA      RMB     16

0400                          ORG     $0400
0400    DE   00     RFRSH     LDX     D,POINT
0402    E6   00               LDA B   X,0
0404    86   1F               LDA A   I,$1F
0406    B7   BF05             STA A   E,DIG
0409    F7   BF04             STA B   E,SEG
040C    96   02               LDA A   D,DIGIT
040E    81   0F               CMP A   I,15
0410    27   0A               BEQ     LOOP1
0412    7C   0002             INC     E,DIGIT
0415    08                    INX
0416    B7   BF05             STA A   E,DIG
0419    DF   00               STX     D,POINT
041B    3B                    RTI
041C    7F   0002   LOOP1     CLR     E,DIGIT
041F    F6   0001             LDA B   E,POINT+1
0422    B7   BF05             STA A   E,DIG
0425    C0   0F               SUB B   I,15
0427    D7   01               STA B   D,POINT+1
0429    24   03               BCC     LOOP2
042B    7A   0000             DEC     E,POINT
042E    3B          LOOP2     RTI
```

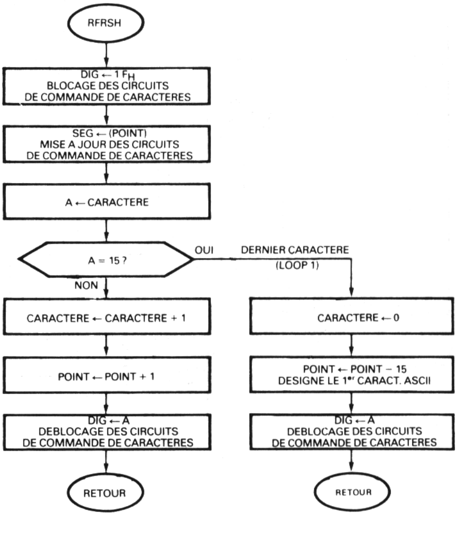


FIGURE 7 - Programme et organigramme du microprocesseur 6800 permettant l'interface avec le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT de la figure 5.

```
                              INSTRUCTIONS
EMPL.      CODE OBJET         EN LANGAGE SOURCE

001C                 SEG      EQU    001CH
001D                 DIG      EQU    001DH

                              ORG    0E000H
E000  03   E0        POINT    DW     DATA
E002  00             DIGIT    DB     00H
E003  00             DATA     DS     16

                              ORG    0E400H
E400  F5             RFRSH    PUSH   PSW
E401  E5                      PUSH   H
E402  2A   00E0               LHLD   POINT
E405  3E   1F                 MVI    A,1FH
E407  D3   1D                 OUT    DIG
E409  7E                      MOV    A,M
E40A  D3   1C                 OUT    SEG
E40C  3A   02E0               LDA    DIGIT
E40F  D3   1D                 OUT    DIG
E411  FE   0F                 CPI    15
E413  CA   21E4               JZ     LOOP1
E416  3C                      INR    A
E417  32   02E0               STA    DIGIT
E41A  23                      INX    H
E41B  22   00E0      LOOP2    SHLD   POINT
E41E  E1                      POP    H
E41F  F1                      POP    PSW
E420  C9                      RET
E421  3E   00        LOOP1    MVI    A,0
E423  32   02E0               STA    DIGIT
E426  7D                      MOV    A,L
E427  D6   0F                 SUI    15
E429  6F                      MOV    L,A
E42A  D2   1BE4               JNC    LOOP2
E42D  25                      DCR    H
E42E  C3   1BE4               JMP    LOOP2
```

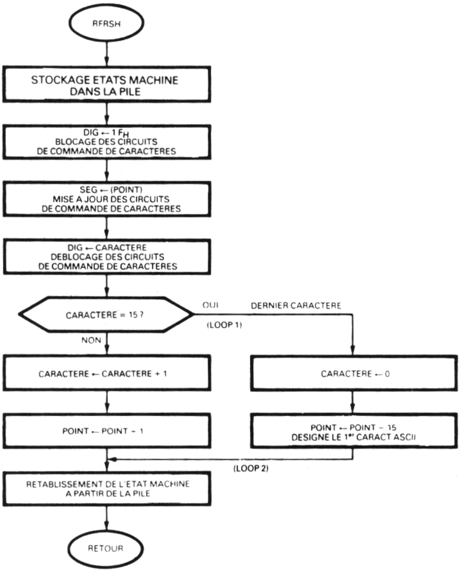


FIGURE 8 - Programme et interface du microprocesseur 8080A pour le fonctionnement avec le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT de la figure 5.

disponible du 8080A. Par exemple, l'afficheur à 16 caractères de la figure 5 demande 11,6 % du temps disponible d'un 6800 et 15,7 % du temps d'un 8080A pour un rafraîchissement à 100 Hz. Les versions plus rapides du 6800 et du 8080A permettent de réduire le temps d'occupation de 50 % environ.

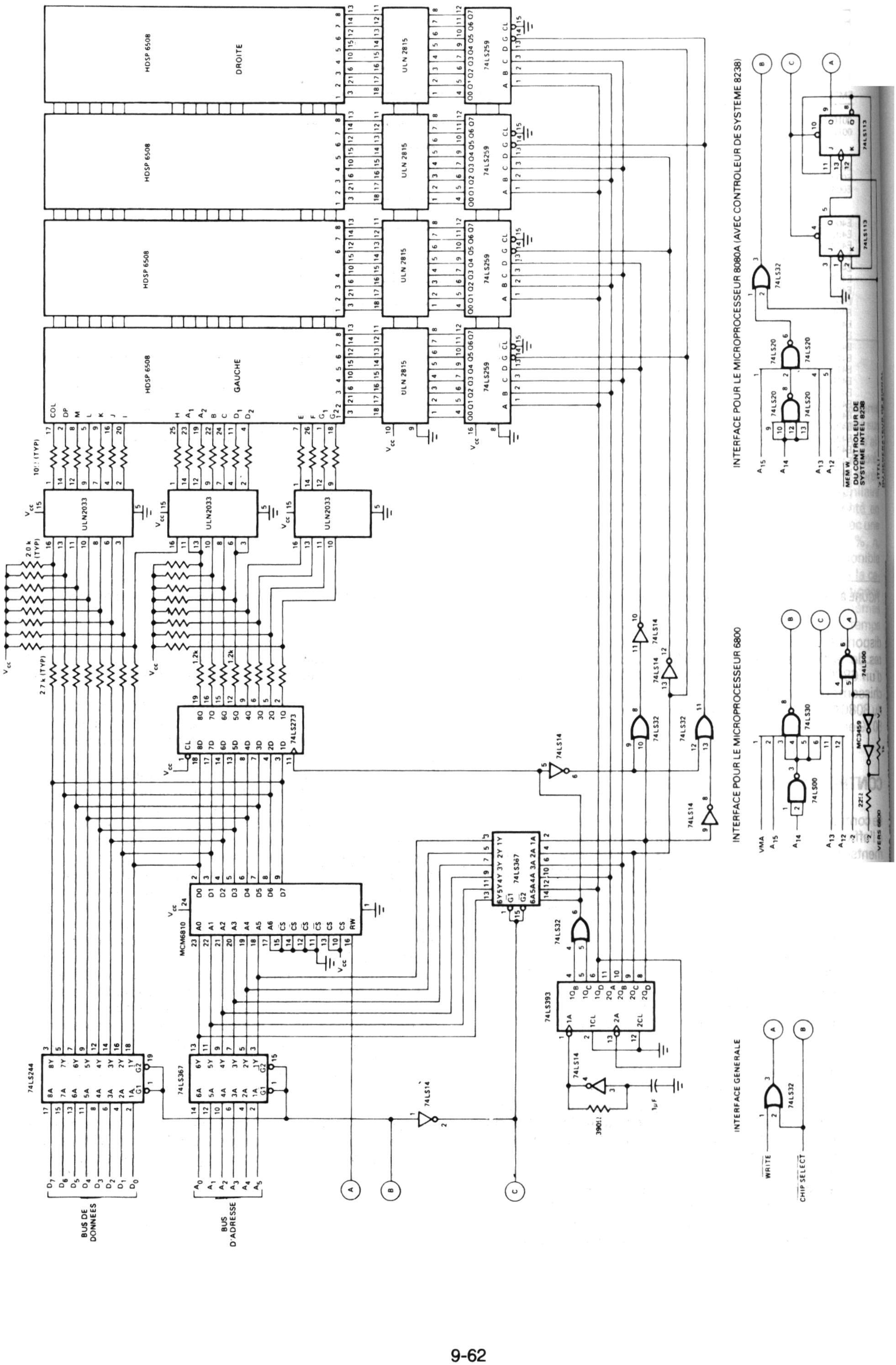
CONTROLEUR DE DECODAGE

Le contrôleur de données décodées de la figure 9 convient à l'affichage de 32 caractères alphanumériques à 18 segments. Pour simplifier les circuits, on suppose que l'afficheur comporte 14 segments plus le point décimal et le signe «:», ce qui permet de définir chaque caractère par deux mots de 8 bits. Un exemple de graphisme de caractères possibles est illustré figure 10. La RAM 6810 (Motorola) mémorise 64 octets de données d'affichage, constamment lus et affichés. Ces données 0 ($D_7 - D_0$) d'affichage sont organisées à l'intérieur de la RAM de telle façon que les adresses A_5, A_4, A_3, A_2, A_1, définissent le caractère désiré et l'adresse A_0 différencie les deux mots des données d'affichage de chaque caractère. Les données d'affichage sont formatées pour que le mot 0 ($D_7 - D_0$) soit décodé, G_2, G_1, F, E, D, C, B, et A et le mot 1 ($D_7 - D_0$) «:», DP (Point Décimal), M, L, K, J, I et H. Les données d'affichage sont codées état bas vrai pour qu'une sortie niveau bas allume le segment voulu. L'échantillonnage de l'afficheur est réalisé au moyen de l'oscillateur 74LS14 et du compteur 74LS393. Le compteur lit de façon continue les données d'affichage sur la RAM et valide l'étage de commande du caractère voulu. Le temps alloué à chaque caractère est partagé en quatre tranches. Pendant la première, l'afficheur est éteint, le mot 0 est lu sur la RAM puis stocké dans le registre octal 74LS273. Pendant les trois autres tranches, le mot 1 est lu sur la RAM et l'afficheur allumé. Ainsi le rapport cyclique de l'afficheur est de (1/32) × (3/4), soit de 1/42,6. Avec les valeurs de R et C indiquées, l'afficheur est rafraîchi à la cadence de 130 Hz.

Les données sont introduites sur la RAM à partir des bus d'adresse et de données du microprocesseur par les deux lignes de commande, sélection de circuit (Chip Select) et écriture (Write). Lorsque Chip Select est à l'état bas, l'adresse fournie par le compteur n'est plus appliquée, et les bus d'adresse et de données sont connectés à la RAM. Au bout d'un certain temps, l'impulsion d'entrée Write provoque le stockage des données sur la RAM. Le diagramme des temps de saisie de données du contrôleur de données décodées pour 18 segments est illustré figure 11 t_{CW} représente la durée pendant laquelle Chip Select doit rester à l'état bas avant que n'apparaisse le front descendant de Write car les entrées adresse de la RAM 6810 doivent être parfaitement stabilisées à ce moment. Pour garantir la stabilité des entrées adresse et données de la RAM après le passage de Write à l'état haut, Chip Select doit rester à l'état bas pendant toute la durée de t_{CH} suivant le front montant de Write. Les conditions relatives à ces deux signaux s'appliquent également au contrôleur de données codées de la figure 15. Ce type de cadencement de l'interface étant plus difficile à réaliser que les circuits précédemment décrits, les méthodes suivantes d'interface avec les microprocesseurs courants sont préconisés.

L'interface avec les microprocesseurs de la famille de 6800 est réalisée par un circuit NON-ET entre VMA et une combinaison particulière des lignes d'adresse d'ordre supérieur pour produite le signal Chip Select et en utilisant $\varnothing_2$ pour produire Write.

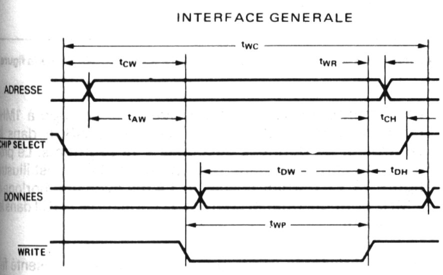
Sur les 8080A et 8085A, la souplesse limitée des instructions de sortie nécessite que le contrôleur de données


HDSP 6508
DROITE
GAUCHE
ULN 2815
74LS259
ULN2033
74LS273
74LS244
74LS367
MCM6810
74LS393
74LS14
74LS32
BUS DE DONNEES
BUS D'ADRESSE
INTERFACE GENERALE
WRITE
CHIP SELECT
INTERFACE POUR LE MICROPROCESSEUR 6800
VMA
74LS00
74LS30
MC3459
INTERFACE POUR LE MICROPROCESSEUR 8080A (AVEC CONTROLEUR DE SYSTEME 8238)
74LS20
74LS113
MEM W DU CONTROLEUR DE SYSTEME INTEL 8238

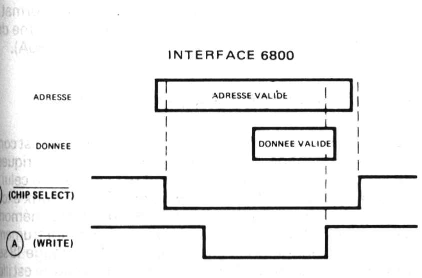
BITS	D_3 D_2 D_1 D_0	0 0 0 0	0 0 0 1	0 0 1 0	0 0 1 1	0 1 0 0	0 1 0 1	0 1 1 0	0 1 1 1	1 0 0 0	1 0 0 1	1 0 1 0	1 0 1 1	1 1 0 0	1 1 0 1	1 1 1 0	1 1 1 1
D_6 D_5 D_4	HEX	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0 1 0	2	(space)	!	"	#	$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/
0 1 1	3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
1 0 0	4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1 0 1	5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	_

FIGURE 10 - Exemple de graphisme de caractères avec afficheur 16 segments (14 segments, point décimal et deux points «:») obtenu avec le CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES de la figure 9.

décodées 18 segments soit adressé en mémoire plutôt qu'en E-S. Le 8080A requiert un dispositif de verrouillage d'état externe pour conserver l'information d'état pendant l'exécution du programme. Cette fonction peut être réalisée avec un registre octal du genre 8212 Intel ou 74LS273. Le signal Memory Write (Ecriture Mémoire) peut être généré en câblant NON-OU l'ensemble des sorties du dispositif de verrouillage; en réalisant une opération NON-ET entre ce signal et la combinaison voulue des lignes d'adresse d'ordre supérieur, on obtient le signal Chip Select. La sortie WR du 8080A est alors connectée à Write. Le contrôleur du système Intel 8238, utilisé habituellement avec le 8080A, évite l'accès direct aux sorties du dispositif de verrouillage d'état. Une interface avec un système utilisant le 8238 est illustré figure 9. Le signal MEM W issu du 8238 est inversé puis appliqué conjointement avec la combinaison voulue de lignes d'adresse d'ordre supérieur sur une porte NAND pour fournir Chip Select. Le 74LS113 génère le signal Write à partir du signal d'horloge $\varnothing_2$ issu du microprocesseur (TTL).



PARAMETRES	SYMBOLES	MIN.
CYCLE ECRITURE	t_{WC}	425 ns
RETARD ECRITURE	t_{AW}	65 ns
VALIDATION CIRCUIT ECRITURE	t_{CW}	65 ns
PRE-ETABLISSEMENT DES DONNEES	t_{DW}	210 ns
MAINTIEN DONNEES	t_{DH}	35 ns
IMPULSION ECRITURE	t_{WP}	325 ns
RECUPERATION APRES ECRITURE	t_{WR}	25 ns
MAINTIEN VALIDATION CIRCUIT	t_{CH}	35 ns



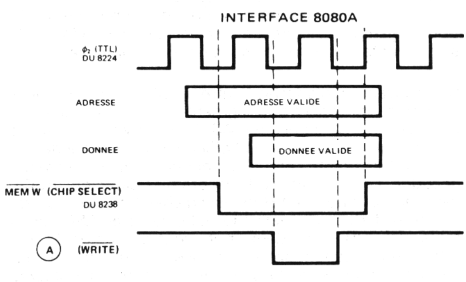


FIGURE 9 - Interface générale entre les microprocesseurs 6800 et 8080A et le contrôleur de données décodées HDSP-6508.

FIGURE 11 - Synchronisation d'entrée des données pour le CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES de la figure 9.

APPLICATIONS

```
                              INSTRUCTIONS
EMPL.    CODE OBJET           EN LANGAGE SOURCE

         BF00        DSPLY    EQU      $BF00
         0600        DECDR    EQU      $0600

0000     0006        ASCII    FDB      MESSGE
0002     BF00        PAD1     FDB      DSPLY
0004     0600        PAD2     FDB      DECDR
0006                 MESSGE   RMB      32

0400                          ORG      $0400
0400     CE   BF00   LOAD     LDX      I,DSPLY
0403     DF   02              STX      D,PAD1
0405     CE   0600            LDX      I,DECDR
0408     DF   04              STX      D,PAD2
040A     DE   00     LOOP1    LDX      D,ASCII
040C     A6   00              LDA A    X,0
040E     08                   INX
040F     DF   00              STX      D,ASCII
0411     48                   ASL A
0412     97   05              STA A    D,PAD2+1
0414     DE   04              LDX      D,PAD2
0416     A6   00              LDA A    X,0
0418     E6   01              LDA B    X,1
041A     DE   02              LDX      D,PAD1
041C     A7   00              STA A    X,0
041E     08                   INX
041F     E7   00              STA B    X,0
0421     08                   INX
0422     DF   02              STX      D,PAD1
0424     8C   BF40            CPX      I,DSPLY+64
0427     26   E1              BNE      LOOP1
0429     39                   RTS
```

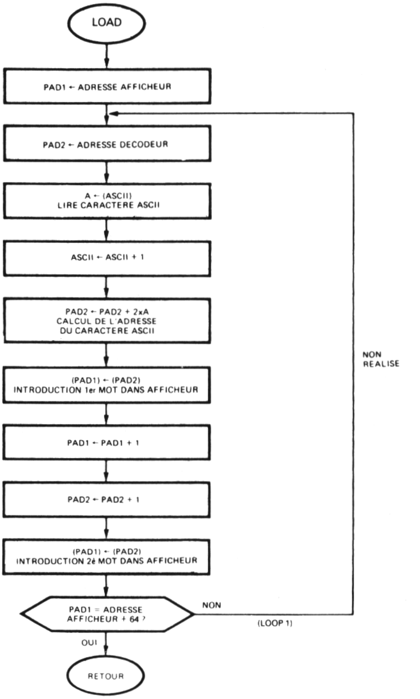


FIGURE 12 - Programme et organigramme du microprocesseur 6800 pour le fonctionnement avec le CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES de la figure 9.

L'interface avec les microprocesseurs de la famille 8085A est réalisé en inversant la sortie I/O/M et en appliquant le signal résultant avec le signal de sortie S_0 et la combinaison voulue des lignes d'adresse d'ordre supérieur à une porte NON-ET. La sortie WR du microprocesseur est directement connectée à Write.

La façon la plus simple pour interfacer un Z-80 consiste à adresser le contrôleur de données décodées 18 segments en E-S plutôt qu'en mémoire. Un exemple en est donné figure 15. La sortie IORQ est inversée et appliquée avec les lignes d'adresse voulues à l'entrée d'une porte NON-ET pour constituer le signal Chip Select. Le 74LS113 fournit le signal Write à partir du signal d'horloge ∅ inversé.

Un programme d'interface entre un 6800 et le contrôleur de données décodées à 18 segments est présenté figure 12. Il décode les 32 caractères ASCII et stocke les données d'affichage décodées dans l'afficheur. Le registre de travail «ASCII» pointe l'emplacement du caractère suivant à décoder. Le programme lit le premier caractère ASCII, incrémente le point «ASCII» puis recherche deux mots de données d'affichage parmi les 64 caractères ASCII de la table «DECDR». Ces deux mots sont alors stockés aux adresses correspondant à l'emplacement d'extrême gauche. Les caractères ASCII suivants sont décodés et stockés à l'adresse appropriée dans l'affichage jusqu'à ce que tous les caractères soient décodés. A la fin du programme, le pointeur «ASCII» est incrémenté de 32 positions. Ce programme nécessite 2,4 ms avec une horloge à 1MHz pour décoder et charger 32 caractères ASCII dans le contrôleur de données décodées à 18 segments. Le programme correspondant, mais pour un 8080A, est illustré figure 13. Ce dernier nécessite 1,4 ms avec une horloge à 2 MHz pour décoder et charger 32 caractères ASCII dans le contrôleur.

Les 64 caractères ASCII, dont le modèle est présenté figure 10, peuvent être générés en utilisant le tableau de la figure 14. Ce décodeur ASCII utilise deux mots de 8 bits pour représenter chaque caractère ASCII. Le format du décodeur est valable aussi bien avec le programme de la figure 12 (6800) qu'avec celui de la figure 13 (8080A).

CONTROLEURS DE DONNEES CODEES

Le contrôleur de données codées de la figure 15 est conçu pour un affichage de 32 caractères alphanumériques à 18 segments. Son fonctionnement est similaire à celui du contrôleur de données décodées de la figure 9 aux exceptions suivantes près : la RAM Motorola 6810 mémorise 32 mots ASCII à 6 bits et le AC5947 (Texas Instruments) décode ces données ASCII en données d'affichage 18 segments. Le graphisme de caractères qui en résulte est illustré figure 6. L'échantillonnage de l'afficheur est réalisé par l'oscillateur 74LS14 et le compteur 74LS393. La lenteur de propagation à travers le AC5947 tendant à provoquer

EMPL.	CODE OBJET			INSTRUCTIONS EN LANGAGE SOURCE	
BF00			DSPLY	EQU	0BF00H
				ORG	0E000H
E000	02	E0	ASCII	DW	DATA
E002	00		DATA	DS	32
				ORG	0E400H
E400	01	00BF	LOAD	LXI	B,DSPLY
E403	11	00E5		LXI	D,DECDR
E406	2A	00E0		LHLD	ASCII
E409	7E		LOOP1	MOV	A,M
E40A	23			INX	H
E408	07			RLC	
E40C	5F			MOV	E,A
E40D	1A			LDAX	D
E40E	02			STAX	B
E40F	13			INX	D
E410	03			INX	B
E411	1A			LDAX	D
E412	02			STAX	B
E413	03			INX	B
E414	79			MOV	A,C
E415	FE	40		CPI	64
E417	C2	09E4		JNZ	LOOP1
E41A	22	00E0		SHLD	ASCII
E41D	C9			RET	

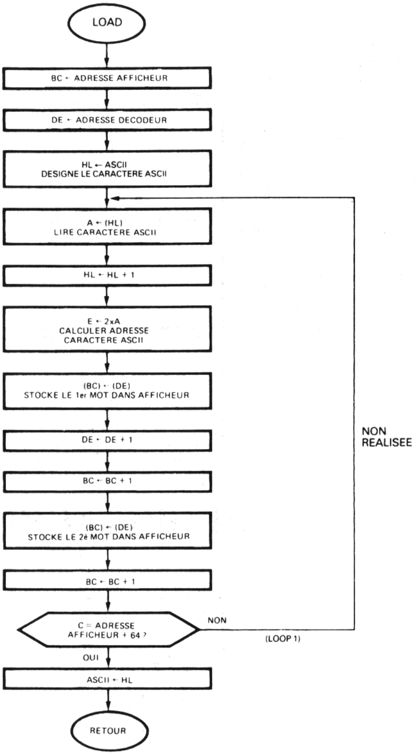


FIGURE 13 - Programme et organigramme du microprocesseur 8080 pour le fonctionnement avec le CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES de la figure 9.

ASCII	SYMB.	MOT 0	MOT 1
20	(SPACE)	FF	FF
21	!	FF	BD
22	"	DF	FD
23	#	36	ED
24	$	12	ED
25	%	1B	D2
26	&	F2	CA
27	'	FF	FD
28	(	FF	F3
29	)	FF	DE
2A	*	3F	C0
2B	+	3F	ED
2C	,	FF	DF
2D	-	3F	FF
2E	.	FF	BF
2F	/	FF	DB
30	0	C0	DB
31	1	FF	ED
32	2	24	FF
33	3	30	FF
34	4	19	FF
35	5	96	F7
36	6	02	FF
37	7	F8	FF
38	8	00	FF
39	9	18	FF
3A	:	FF	3F
3B	;	FF	5F
3C	<	7F	FB
3D	=	37	FF
3E	>	BF	FE
3F	?	7C	EF

ASCII	SYMB.	MOT 0	MOT 1
40	@	44	FD
41	A	08	FF
42	B	70	ED
43	C	C6	FF
44	D	F0	ED
45	E	86	FF
46	F	8E	FF
47	G	42	FF
48	H	09	FF
49	I	F6	ED
4A	J	E1	FF
4B	K	8F	F3
4C	L	C7	FF
4D	M	C9	FA
4E	N	C9	F6
4F	O	C0	FF
50	P	0C	FF
51	Q	C0	F7
52	R	0C	F7
53	S	12	FF
54	T	FE	ED
55	U	C1	FF
56	V	CF	DB
57	W	C9	D7
58	X	FF	D2
59	Y	FF	EA
5A	Z	F6	DB
5B	[	7F	F3
5C	\	FF	F6
5D	]	BF	DE
5E	^	FF	D7
5F	_	F7	FF

FIGURE 14 - Table du décodeur ASCII à 64 caractères utilisés par les programme pour microprocesseurs des figures 12 et 13 - Le graphisme des caractères à 18 segments est illustré figure 10.

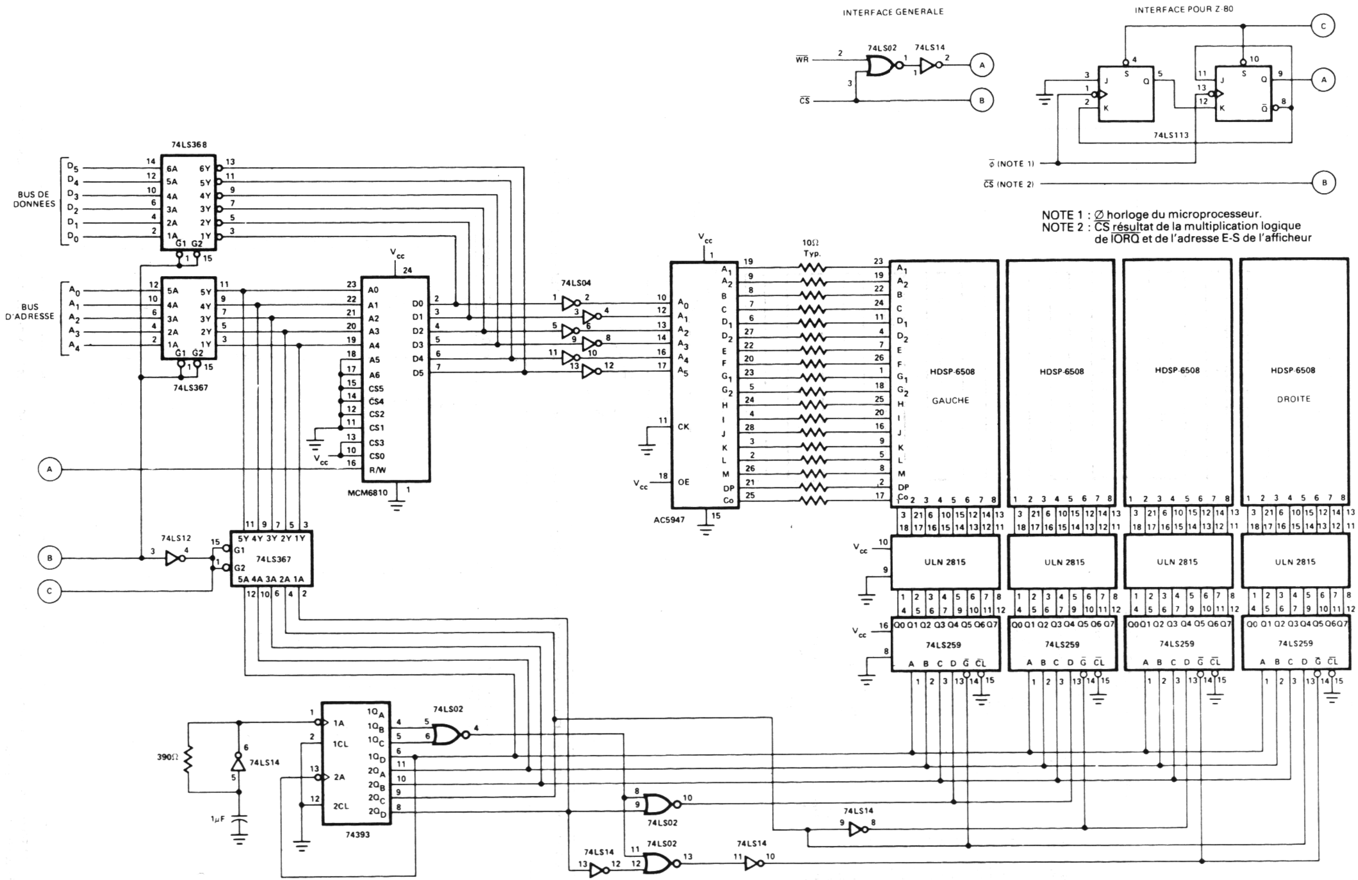
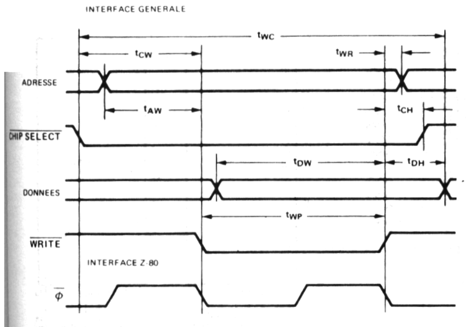


FIGURE 15 – Interface générale pour CONTROLEUR DE DONNEES CODEES HDSP-6508



PARAMETRES	SYMBOLES	MIN.
CYCLE ECRITURE	t_{WC}	455 ns
RETARD ECRITURE	t_{AW}	65 ns
VALIDATION D'ECRITURE DU CIRCUIT	t_{CW}	65 ns
PRE-ETABLISSEMENT DES DONNEES	t_{DW}	215 ns
MAINTIEN DONNEES	t_{DH}	50 ns
IMPULSION ECRITURE	t_{WP}	340 ns
RECUPERATION APRES ECRITURE	t_{WR}	40 ns
MAINTIEN VALIDATION CIRCUIT	t_{CH}	50 ns

FIGURE 16 - Diagramme des temps d'entrée des données pour le CONTROLEUR DE DONNEES CODEES de la figure 15.

l'apparition d'aléas, l'afficheur est momentanément annihilé après la lecture de chaque nouveau caractère ASCII dans la RAM. Ceci est réalisé en découpant le temps total alloué à chaque mot en quatre parties. Durant la première partie l'afficheur est éteint pour permettre le passage des données dans le AC5947 ; pendant les trois autres, l'afficheur est allumé. Le rapport cyclique de l'affichage qui en découle est égal à (1/32) × (3/4) ou 1/42,6. l'afficheur est rafraîchi à la cadence de 130 Hz.

Les données sont introduites dans la RAM à partir des bus de données et d'adresse du microprocesseur par l'intermédiaire des lignes de commande Chip Select et Write. Lorsque Chip Select passe à l'état bas, l'adresse issue du compteur est mise à l'état haute impédance (bascule trois états) et les bus d'adresse et de données du microprocesseur sont dirigés sur la RAM. Au bout d'un certain temps, une impulsion est appliquée à l'entrée Write pour permettre le stockage des données sur la RAM. Le digramme des temps d'entrée des données pour un contrôleur de données codées 18 segments est indiqué figure 16. Ce diagramme est très proche de celui de la figure 9 (contrôleur à données décodées), les interfaces avec les divers microprocesseurs utilisables sont identiques à ceux décrits au paragraphe CONTROLEURS A DONNEES DECODEES.

CONTROLEUR A MICROPROCESSEUR D'AFFICHAGE

Le contrôleur à microprocesseur d'affichage constitue l'interface puissante et rapide permettant de réaliser la plupart des performances demandées à un petit terminal. Le contrôleur du microprocesseur est organisé autour d'un microprocesseur secondaire ou d'un circuit LSI courant, permettant le stockage et le multiplexage de l'affichage avec des circuits d'une complexité minimale. Un tel contrôleur, permettant l'affichage de 16 caractères alphanumériques à 18 segments, est illustré figure 17. Ce circuit est conçu autour d'une interface programmable clavier/afficheur Intel 8279. La puce LSI renferme les circuits nécessaires à l'interface directe avec le bus du microprocesseur ainsi qu'une RAM 16 × 8, un compteur d'analyse programmable, un système de suppression des rebondissements sur le clavier et une logique de commande. Le 8279 est spécifiquement conçu pour l'affichage de 7 segments, toutefois en lui adjoignant un décodeur/amplificateur ASCII-18 segments AC5947 de Texas Instruments, il est possible d'utiliser un afficheur alphanumérique à 18 segments. L'interface entre le contrôleur clavier/afficheur 8279 et le microprocesseur est réalisée par un bus de données à huit lignes bidirectionnelles, par les lignes de commande RD (Read : Lire), WR (Write : Ecrire), CS (Chip Select : Sélection de circuit), A_0 (Commande-Données), RESET (Remise à zéro), IRQ (Interrupt request : Demande d'interruption) et une entrée d'horloge CLK. L'afficheur est scruté par les sorties A_{0-3} et B_{0-3} connectées aux entrées du AC5947 et les sorties SL_{0-3} connectées aux circuits d'analyse du caractère. Le 74LS122 provoque un espacement entre les caractères pour éliminer l'affichage d'aléas. Le 8279 a la possibilité d'analyser différents types de claviers, codés décodés, ou à matrice en X-Y en plus de l'affichage ainsi que de fournir une entrée données multiplexée au microprocesseur. Il permet l'entrée par groupe de données (les données se déplacent de gauche à droite tout le long de l'afficheur, avec dépassement à l'extrême gauche), l'entrée à droite (les données entrent à droite, les données précédentes se décalant vers la gauche) l'entrée par RAM pour laquelle un champ de 4 bits dans le mot de commande spécifie l'adresse à laquelle le mot donnée suivant doit être écrit. Le 8279 autorise la lecture des données inscrites dans l'afficheur par le microprocesseur et fournit les commandes d'espacement ou d'effacement de l'afficheur.

Le contrôleur à microprocesseur d'affichage HDSP-8716, -8724, -8732, -8740, de la figure 18, constitue une interface d'affichage à 18 segments d'une très grande souplesse, il permet d'afficher quarante caractère. Il est conçu autour d'un microprocesseur spécialisé à monopuce Intel 8048. Les fonctions disponibles sont alors les suivantes : curseur clignotant, sous-programmes d'affichage de fonction d'édition, modes d'entrée des données multiples, longueur d'affichage variable, sortie des données. Ce contrôleur comporte quatre modèles de carte de circuits imprimés correspondant à l'affichage de 16, 24, 32 ou 40 caractères. L'interface avec le 8048 s'effectue par l'entremise de huit lignes entrées données (Data In), de six entrées adresse, de l'entrée sélection circuit (Chip Select), de l'entrée de restauration (Reset), de l'entrée espacement (Blank), de six sorties données (Data Out), de la sortie données valides (Data Valid), de la sortie rafraîchissement (Refresh) et de la sortie horloge (Clock). Le logiciel intégré au 8048 fournit quatre modes d'entrée des données, entrée à gauche avec curseur clignotant, entrée à droite, entrée par bloc, entrée par RAM. Le port de sortie données (Data Out) permet de lire les données ASCII enregistrées sur l'afficheur, de déterminer la configuration du mode d'entrée des données et la longueur d'affichage, et de localiser la position du curseur. Les ports d'entrée et de sortie de données (Data In et Data Out) étant distincts, le CONTROLEUR D'AFFICHAGE A MICROPROCESSEUR 18 segments permet une édition de texte indépendante du microprocesseur principal. En mode d'entrée à gauche, le contrôleur comporte les fonctions d'édition du texte suivantes : effacement, retour du chariot, espace arrière, espace avant, insertion de caractères et correction, alors qu'en mode d'entrée à droite, il ne fournit que les fonctions effacement et espace arrière. Le contrôleur peut s'adapter à l'affichage de plusieurs lignes.

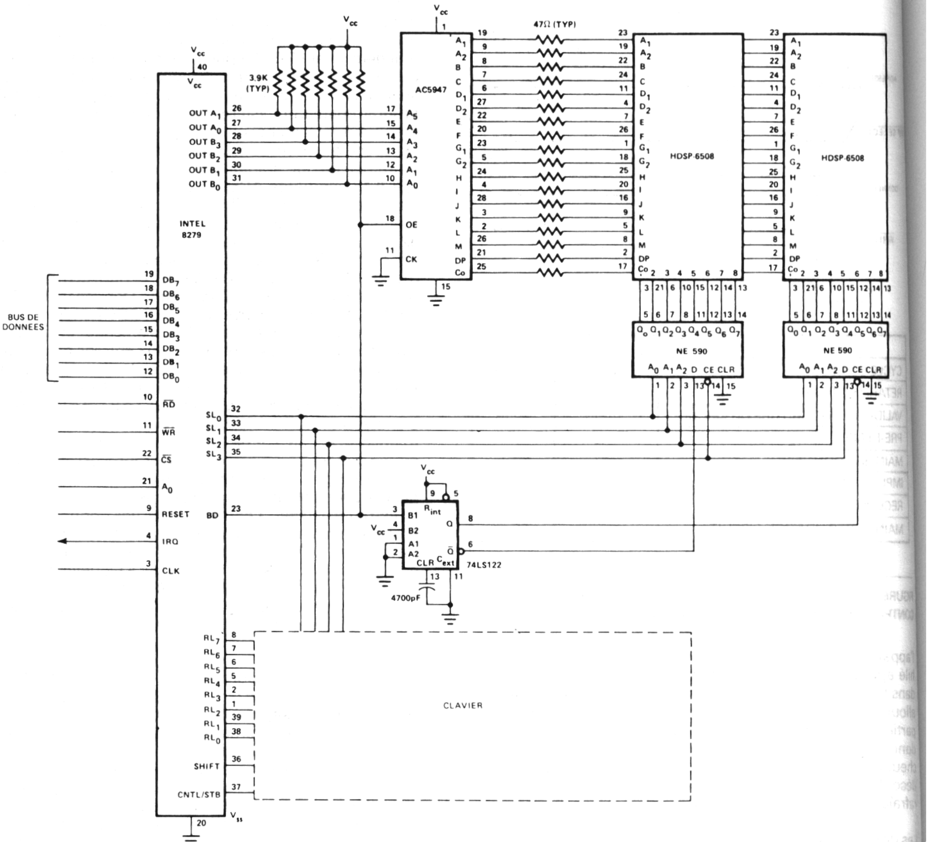


FIGURE 17 - CONTROLEUR A MICROPROCESSEUR D'AFFICHAGE pour HSQP-6508 utilisant une interface programamble clavier afficheur.

L'interface 8048-afficheur est réalisée par la sortie de la porte 2, constituée de telle façon que le microprocesseur puisse envoyer un mot de 6 bits dans l'une des trois directions sélectionnées par P_{26} et P_{27}. La sortie $\overline{PROG}$ est utilisée pour stocker ce mot à l'endroit voulu. La destination$_0$ correspond au registre hexadécimal 74LS174 dont les sorties sont décodées par les mémoires de stockage adressables 74LS259 et le circuit de commande des caractères ULN2815 (Sprague). La sortie $3F_{16}$ est décodée pour éclairer le caractère le plus à droite alors que l'adresse du caractère de l'extrême gauche passe de 18_{16} pour 40 caractères affichés à 30_{16} pour 16 caractères. La destination$_1$ correspond au décodeur/amplificateur 18 segments, AC5947. Le AC5947 mémorise un code ASCII à 6 bits sur le front positif de $\overline{PROG}$. Une impulsion apparaissant sur destination$_1$ chaque fois qu'un caractère est rafraîchi, cette sortie est aussi utilisée comme sortie rafraîchissement (Refresh). La destination$_2$ est la sortie données valides (Data Valid) de la porte sortie données (Data Out). Ainsi, la sortie données (Data Out) consiste en une série de mots de 6 bits dirigés sur la destination$_2$. Le rafraîchissement de l'afficheur s'accomplit en bloquant tout d'abord les amplificateurs de caractères, en émettant un code 0_{16} vers le 74LS174, ensuite en introduisant un nouveau caractère ASCII dans le AC5947, enfin en mémorisant un nouveau mot de caractère dans le 74LS174. Le temps réel pendant lequel un caractère est allumé varie en fonction de la longueur d'affichage, pour que la cadence de rafraîchissement reste fixée à 100 Hz.

L'interface du contrôleur à microprocesseur d'affichage montrée en figure 18 dépend de l'application particulière envisagée. Le temps nécessaire à la lecture varie de 100 à 700 μs car l'information sur les entrées «entrées données» (Data In) et adresse est chargée dans le contrôleur par

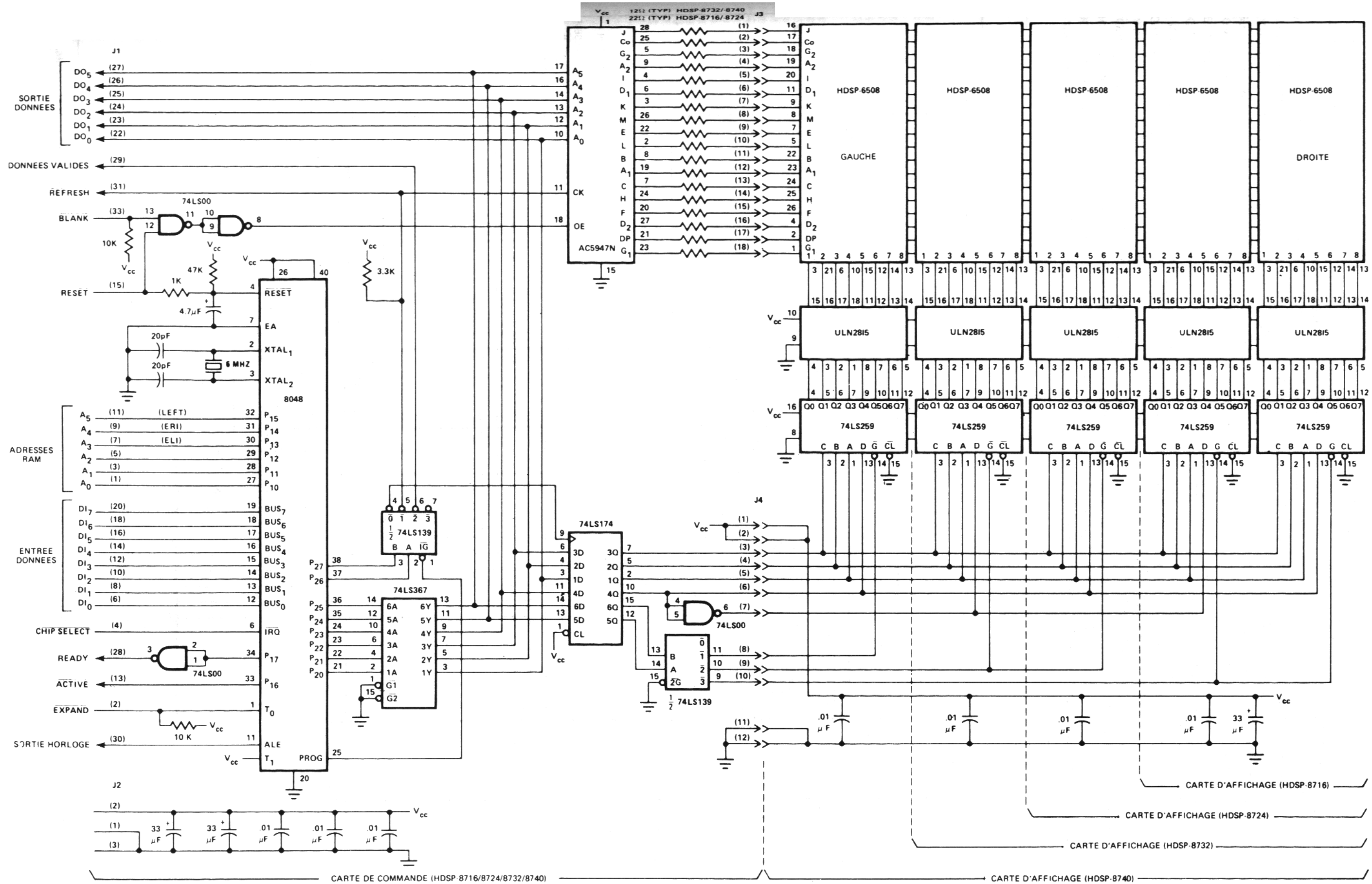


FIGURE 18 - CONTROLEUR D'AFFICHAGE A MICROPROCESSEUR HDSP-8716, -8724, -8732 et -8740.

l'intermédiaire d'un programme intégré au microprocesseur 8048. Une mémoire comme celle décrite dans la fiche technique des HDSP-8716, -8724, -8732, -8740 peut être utilisée entre ces entrées et les bus de données et d'adresse de l'ensemble microprocesseur principal. Elle fournit un stockage temporaire pour éviter au microprocesseur principal d'attendre que le contrôleur à microprocesseur d'affichage ait accepté les données.

Le contrôleur à microprocesseur d'affichage de la figure 18 peut connecté au système du microprocesseur principal par l'intermédiaire de l'adaptateur d'interface de périphérique (PIA). Les entrées données (Data In) du contrôleur sont connectées à une porte de sortie du PIA et le mode d'entrée de la RAM, les entrées adresse du contrôleur à une autre porte de sortie du PIA. Celui-ci permet alors le dialogue avec le microprocesseur principal et, en particulier, de signaler le moment où le contrôleur à microprocesseur d'affichage est prêt à accepter un autre mot de données issu du microprocesseur principal, qui peut alors charger les données sur le contrôleur avec la plus grande rapidité possible. Le PIA autorise aussi le contrôleur d'affichage à comporter comme une mémoire tampon entre le microprocesseur et un clavier. Dans cette configuration, le microprocesseur principal peut envoyer à l'utilisateur un message de sollicitation via le contrôle à microprocesseur d'affichage, pour lui signaler qu'il peut entrer à partir du clavier des données en utilisant les possibilités de traitement de texte du contrôleur à microprocesseur d'affichage. Une fois le message entré et traité, l'utilisateur donnera au microprocesseur principal l'ordre de lire le message final édité sur les portes sortie données. Une des portes du PIA peut être utilisée pour commander les entrées des données du contrôleur du

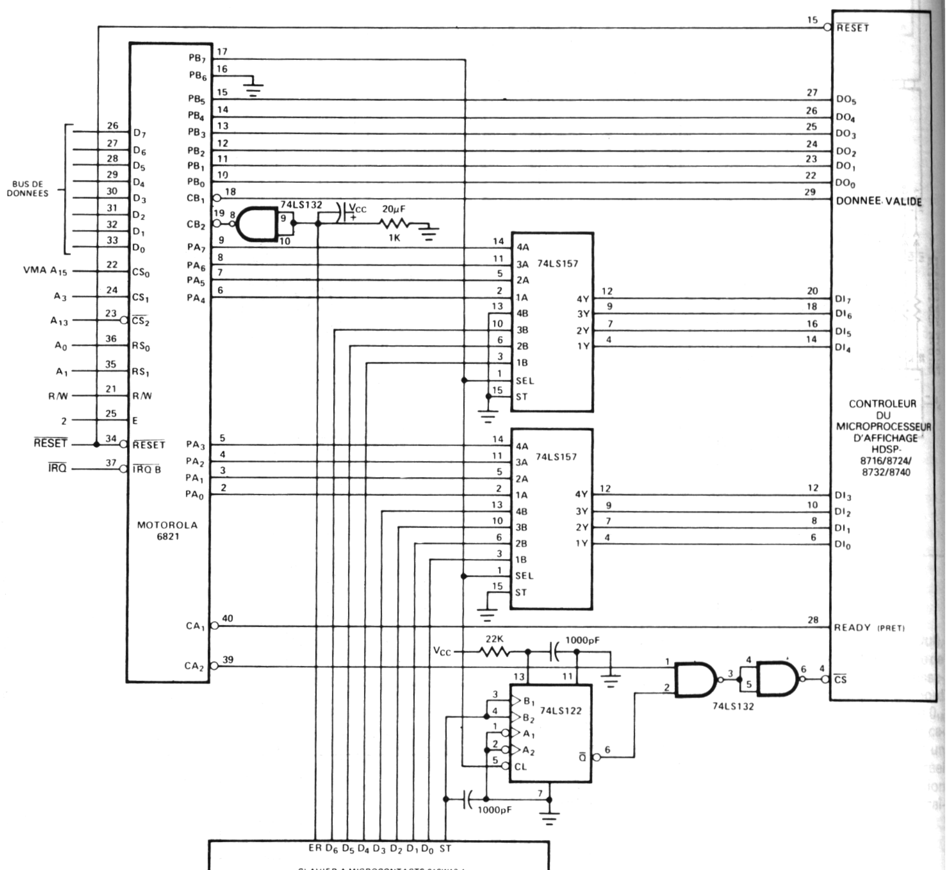


FIGURE 19 - Interface entre un microprocesseur 6800 et le CONTROLEUR A MICROPROCESSEUR D'AFFICHAGE réalisé avec un PIA 6821 Motorola.

```
*CONFIGURATION DES PORTS
*1 PORT A
*   PA0-PA7 SORTIES VERS ENTREES DONNEES
*          DU HDSP-87XX
*   CA1 (ENTREE) MODE 00 PLACE INDICAT. SUR
*          FRONT NEG. DE READY
*   CA2 (SORTIE) MODE 100 MPU EFFACE LIT PRA
*          ETABLIT LE FRONT NEG. DE READY
*2 PORT B
*   PR0-PR5 SORTIES DONNEES DU HDSP-87XX
*          VERS ENTREES DONNEES DU 6800
*   CB1 (ENTREE) MODE 10 ETABLIT INDICAT. SUR
*          FRONT POS. DE DATA VA
*   CB2 (ENTREE) MODE 000 ETABLIT INDICAT. SUR
*          FRONT NEG. DE LA TOUCHE ER
*   CB2 (ENTREE) MODE 001 ETABLIT INDICAT. SUR
*          FRONT NEG. DE LA TOUCHE ET AVEC
*          DEMANDE D'INTERRUPTION (IRQ)
*   PB7 (SORTIE)
*          BAS : DIRIGE PA0-PA7 SUR MUX
*          HAUT : DIRIGE CLAVIER SUR MUX ET
*          TOUCHE

      8008         PRA      EQU    $8008
      8008         DRA      EQU    $8008
      8009         CRA      EQU    $8009
      800A         PRB      EQU    $800A
      800A         DRB      EQU    $800A
      800B         CRB      EQU    $800B
      0028         LENGTH   EQU    40          DOIT ETRE IDENTIQUE A LENGTH

0000                        ORG    $0000
0000  0002         MESSGE   FDB    TEXT

0100                        ORG    $0100
0100               STATUS   RMB    1
0101               CURSOR   RMB    1
0102               DATA     RMB    40

0400                        ORG    $0400
0400  CE   0100    READ     LDX    I,STATUS
0403  7F   800A             CLR    E,PRB       VALIDATION DE LA TRANSMISSION
                                               DU PORT VERS LE MULTIPLEXEUR
0406  86   FF               LDA A  I,$FF
0408  B7   8008             STA A  E,PRA       DEMARRE LA SEQUENCE SORTIE DONNEE
040B  7D   8008             TST    E,PRA       EFFACE CA1 ET CA2
040E  7D   800A             TST    E,PRB       EFFACE CB1 ET CB2
0411  C6   2A               LDA B  I,LENGTH+2
0413  B6   800B    LOOP1    LDA A  E,CRB
0416  2A   FB               BPL    LOOP1       ATTEND UNE DONNEE VALIDE
0418  B6   800A             LDA A  E,PRB
041B  84   3F               AND A  I,$3F
041D  A7   00               STA A  X,0         STOCKE SUR RAM
041F  08                    INX
0420  5A                    DEC B
0421  26   F0               BNE    LOOP1       MOT DE SORTIE DONNEE SUIVANT
0423  7D   8008             TST    E,PRA       EFFACE CA1 ET CA2
0426  B6   8009    LOOP2    LDA A  E,CRA
0429  2A   FB               BPL    LOOP2       ATTEND JUSQU'A PRET
042B  39                    RTS

042C  DE   00      LOAD     LDX    D,MESSGE
042E  A6   00      LOOP10   LDA A  X,0
0430  08                    INX
0431  81   FF               CMP A  I,$FF
0433  27   0D               BEQ    ENDL        SAUTE QUAND REALISE
0435  B7   8008             STA A  E,PRA
0438  7D   8008             TST    E,PRA       EFFACE CA1 ET CA2
043B  B6   8009    LOOP11   LDA A  E,CRA
043E  2A   FB               BPL    LOOP11      ATTEND
0440  20   EC               BRA    LOOP10
0442  DF   00      ENDL     STX    D,MESSGE
0444  39                    RTS

0500                        ORG    $0500
0500  7F   8009    START    CLR    E,CRA
0503  7F   800B             CLR    E,CRB
0506  86   FF               LDA A  I,$FF
0508  B7   8008             STA A  E,DRA
050B  86   24               LDA A  I,$24
050D  B7   8009             STA A  E,CRA
0510  86   80               LDA A  I,$80
0512  B7   800A             STA A  E,DRB
0515  86   06               LDA A  I,$06
0517  B7   800B             STA A  E,CRB
051A  0E           MAIN     CLI
051B  7F   800A             CLR    E,PRB       PAS D'ACCES POSSIBLE DU CLAVIER
                                               A PARTIR DU MULTIPLEXEUR
051E  BD   042C             JSR    E,LOAD
0521  7D   800A             TST    E,PRB       EFFACE CB1 ET CB2
0524  86   80               LDA A  I,$80       VALIDATION DE LA TRANSMISSION
0526  B7   800A             STA A  E,PRB       DU CLAVIER VERS LE MULTIPLEXEUR
0529  86   0E               LDA A  I,$0E
052B  B7   800B             STA A  E,CRB       VALIDE IRG
052E  0F                    SEI                IRQ AUTORISE LA LECTURE PAR JSR
```

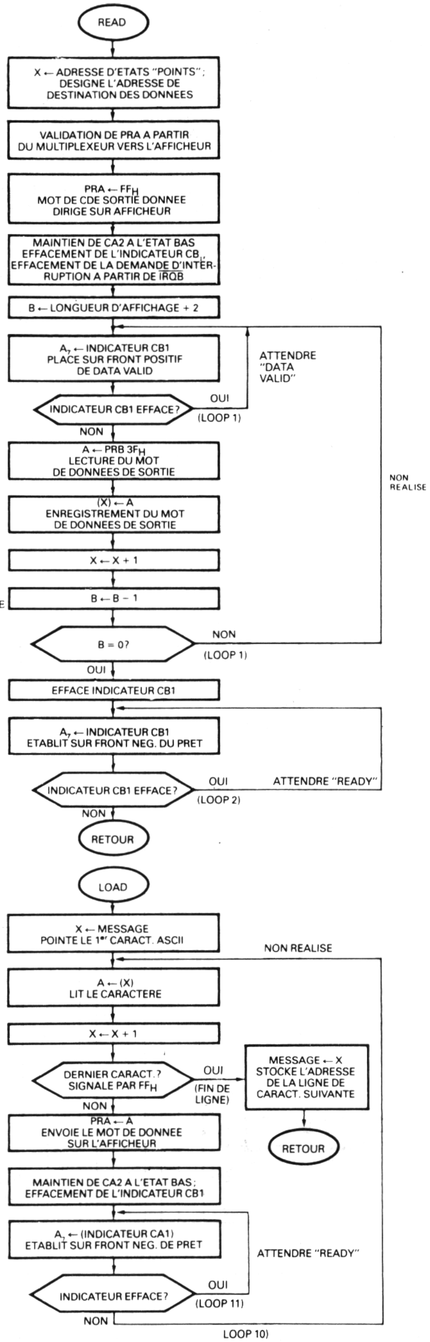


FIGURE 20 - Programme et organigramme du microprocesseur 6800 pour le fonctionnement avec le circuit de la figure 19.

APPLICATIONS

microprocesseur d'affichage et une autre pour lire la porte de sortie des données. La figure 19 illustre un système à microprocesseur 6800 utilisant un PIA 6821 Motorola pour commander le CONTROLEUR A MICROPROCESSEUR D'AFFICHAGE de la figure 18. La sortie PB_7 du PIA détermine si les données sont entrées dans le contrôleur à partir du système à microprocesseur ou du clavier. Les lignes de commande CA_1 et CA_2 servent à l'échange de données à l'entrée pour permettre de les charger à la plus grande vitesse possible. Les données sont lues par le microprocesseur principal à travers la porte B du PIA, en utilisant l'entrée CB_1, pour échantillonner les données.

Le programme du microprocesseur 6800 de la figure 20 permet d'utiliser le PIA de la figure 19. La partie du programme qui suit «START» (Départ) initialise le PIA 6821. Ceci réalisé, il peut soit charger les données sur le contrôleur via le microprocesseur principal, ou le clavier, soit dans le microprocesseur principal à partir de la porte de sortie des données. L'instruction CLR E, PRB localisée en $051B_{16}$, met PB_7 à l'état bas pour connecter les sorties des portes A aux entrées données du contrôleur. Le sous-programme «LOAD» charge alors une série de mots de 8 bits dans le contrôleur, jusqu'à ce qu'apparaisse FF_{16} pour signaler la fin du message de sollicitation. La séquence d'instruction LDA A I, S80 et STA A E, PRB localisée en 0526_{16}, met PB_7 à l'état haut pour raccorder les sorties du clavier aux entrées données du contrôleur. Dans ce mode de fonctionnement, l'utilisateur peut entrer ou traiter les données sur le CONTROLEUR A MICROPROCESSEUR D'AFFICHAGE. L'entrée 4B du 74LS157 a été mise à la masse pour éviter le chargement d'un mot de commande par le clavier sur le contrôleur d'affichage. Les instructions LDA A I, SOE et STA A E, CRB localisées en $052B_{16}$, permettent l'arrêt du microprocesseur par la touche «ER» du clavier lorsque le message a été complètement traité. Le sous-programme

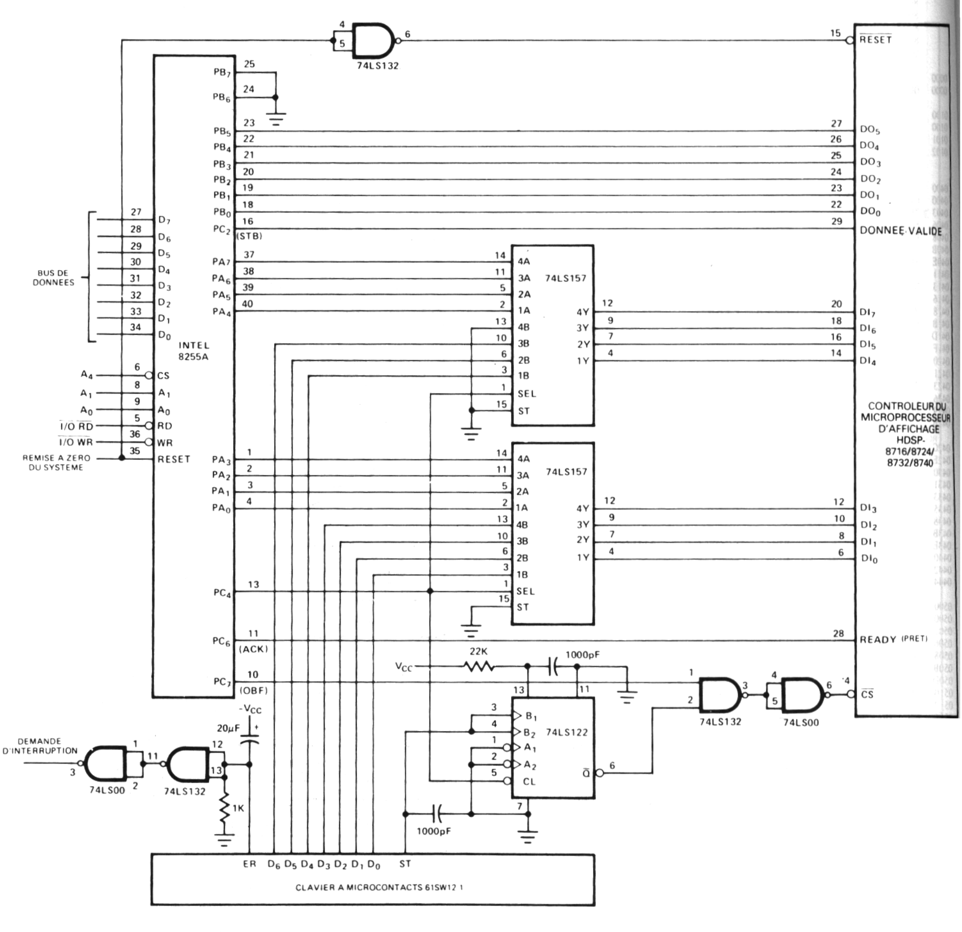


FIGURE 21 - Interface entre un microprocesseur 8080A et le CONTROLEUR A MICROPROCESSEUR D'AFFICHAGE réalisé avec un PIA Intel.

```
;PROGRAMME REALISE EN LANGAGE ASSEMBLEUR 8080
;PROGRAMME UTILISANT UN PIA 8255 POUR ACCEDER
;AU HDSP-87XX (SYSTEME D'AFFICHAGE ALPHANUM)
;
;CONFIGURATION DES PORTS
;1PORT A (SORTIE MODE 1) :
;    SORTIES PA0-PA7 COMMUTEES SUR ENTREES
;           DONNEES HDSP-87XX
;    SORTIE PC7 (OBF) VERS CHIP SELECT
;           SELECTION DE CIRCUIT
;    ENTREE PC6 (ACK) VERS READY
;    INDICATEUR PC7 (OBF) EFFACE PAR "OUTPUT"
;           POSITIONNE PAR "READY"
;
;2PORT B (ENTREE MODE 1) :
;    ENTREES DONNEES PB0-PB6 RELIEES A
;           SORTIES DONNEES HDSP-87XX
;    ENTREE PC2 (STB) CHARGE LES DONNEES
;           SUR LE FRONT POSITIF DE DATA
;           VALID
;    INDICATEUR PC0 (INTR) EFFACE PAR ENTREE
;           POSITIONNE PAR DATA VALID
;
;3PORT C :
;    SORTIE PC4 :
;           ETAT BAS : VALIDE PA0-PA7
;           VERS HDSP-87XX
;           ETAT HAUT VALIDE LE CLAVIER
;           AU HDSP-87XX

000C              PA      EQU    0CH
000D              PB      EQU    0DH
000E              PC      EQU    0EH
000F              CNTRL   EQU    0FH
0028              LENTH   EQU    40          DOIT ETRE LA LONGUEUR D'AFFICHAGE
                          ORG    0E000H
E000  02   E0     ASCII   DW     TEXT
E002  00          TEXT    DS     40
                  ;
                          ORG    0E100H
E100  00          STAT    DB     0
E101  00          ADDR    DB     0
E102  00          DATA    DB     0
                  ;
                          ORG    0E400H
E400  F3          READ    DI
E401  F5                  PUSH   PSW
E402  E5                  PUSH   H
E403  C5                  PUSH   B
E404  3E   08             MVI    A,08H
E406  D3   0F             OUT    CNTRL       VALIDE LA PARTIE A DU MULTIPLEXEUR
E408  3E   FF             MVI    A,0FFH
E40A  D3   0C             OUT    PA          DEBUTE LA SEQUENCE DATA OUT
E40C  0E   2A             MVI    C,LENTH+2
E40E  21   00E1           LXI    H,STAT      1er MOT
E411  DB   0D             IN     PB          EFFACE INTR
E413  DB   0E     LOOP1   IN     PC
E415  1F                  RAR
E416  D2   13E4           JNC    LOOP1       ATTENDRE INTR
E419  DB   0D             IN     PB
E41B  77                  MOV    M,A         STOCKER SUR RAM
E41C  23                  INX    H
E41D  0D                  DCR    C
E41E  C2   13E4           JNZ    LOOP1       LECTURE DE LA LONGUEUR
                                             + 2 MOTS
E421  DB   0E     LOOP2   IN     PC
E423  17                  RAL
E424  D2   21E4           JNC    LOOP2       ATTENDRE PRET
E427  C1                  POP    B
E428  E1                  POP    H
E429  F1                  POP    PSW
E42A  FB                  EI
E42B  C9                  RET
                  ;
E42C  2A   00E0   LOAD    LHLD   ASCII       PREMIER MOT DU MESSAGE
E42F  7E          LOOP5   MOV    A,M
E430  FE   FF             CPI    0FFH        VERIFIER SI REALISE
E432  CA   44E4           JZ     ENDL
E435  D3   0C             OUT    PA          SORTIE VERS AFFICHEUR
E437  23                  INX    H
E438  DB   0E     LOOP6   IN     PC
E43A  17                  RAL
E43B  D2   38E4           JNC    LOOP6       ATTENDRE
E43E  00                  NOP
E43F  00                  NOP
E440  00                  NOP
E441  C3   2FE4           JMP    LOOP5       MOT SUIVANT
E444  23          ENDL    INX    H
E445  22   00E0           SHLD   ASCII
E448  C9                  RET
                  ;
E449  3E   A7     START   MVI    A,0A7H      PA : SORTIE M1, PB : SORTIE M2
E44B  D3   0F             OUT    CNTRL
E44D  3E   0C             MVI    A,0CH       EFFACER INTE A
E44F  D3   0F             OUT    CNTRL
E451  3E   05             MVI    A,05H
E453  D3   0F             OUT    CNTRL       ETABLIT INTE B
                  ;
                  ; PRODEDURE DE STOCKAGE SUR SYSTEME HDSP-87XX
                  ;
E455  3E   08             MVI    A,08H
E457  D3   0F             OUT    CNTRL       VALIDER PARTIE A DU MULTIPLEXEUR
E459  CD   2CE4           CALL   LOAD
                  ;
                  ; PROCEDURE POUR LIRE LES DONNEES DE SORTIE DU SYSTEME HDSP-87XX
                  ;
E45C  3E   09             MVI    A,09H
E45E  D3   0F             OUT    CNTRL       VALIDER PARTIE B DU MULTIPLEXEUR
E460  FB                  EI
                  ;                          INTERRUPTION DOIT APPELER READ
```

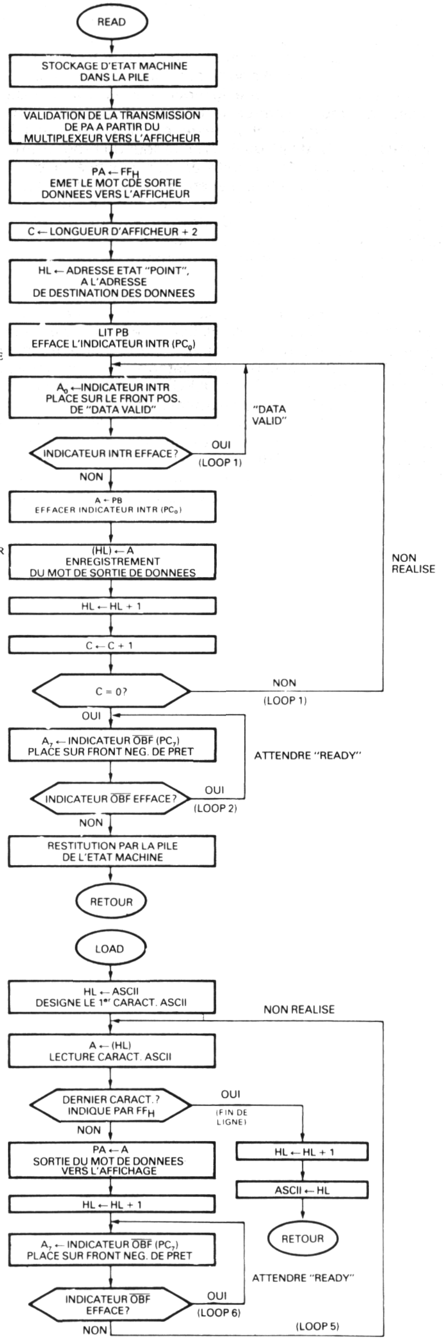


FIGURE 22 - Programme et organigramme du microprocesseur 8080A pour le fonctionnement avec le circuit de la figure 21.

APPLICATIONS

«READ» (Lire) est alors utilisé pour lire les données dans le système du microprocesseur principal. En premier lieu, le sous-programme «READ» émet le mot de commande spécial, FF_{16}, sur les entrées données du CONTROLEUR D'AFFICHAGE qui commence à sortir ses données en séquence. Le contrôleur émet une série de mots de sortie données qui définissent le mode d'entrée, la longueur d'affichage, l'emplacement du curseur et le texte ASCII stocké dans le CONTROLEUR D'AFFICHAGE. A l'intérieur du programme, «LOOP 1» (Boucle 1) consulte en permanence la sortie données valides (Data Valid) et attend jusqu'à ce qu'apparaisse le mot d'état en sortie du contrôleur. Le mot d'état (STATUS WORD), le mot d'adresse curseur (CURSOR ADRESS) suivant, la ligne de caractères ASCII sont alors stockés en mots consécutifs de mémoire de travail débutant à l'adresse «STATUS».

Une interface PIA similaire pour système à microprocesseur 8080A, utilisant un PIA 8255A Intel, est illustrée en figure 21. Cette interface fonctionne sur le même principe que le PIA 6821. La sortie PC_4 détermine si les entrées données (Data In) du CONTROLEUR A MICROPROCESSEUR D'AFFICHAGE à 18 segments de la figure 18 sont connectées au PIA ou au clavier. Les lignes de commande PC_6 et PC_7 servent à l'échange de données d'entrées entre le 8080A et le CONTROLEUR A MICROPROCESSEUR D'AFFICHAGE. Les données sont stockées dans le système du 8080A par l'intermédiaire de la porte B du PIA utilisant PC_2 pour les échantillonner.

Le programme pour le microprocesseur 8080A de la figure 22 utilise l'interface PIA de la figure 21. Le programme du microprocesseur suivant «START» (Départ) initialise le PIA 8255A. Les instructions MVI A, 08H et OUT CNTRL localisées en $E457_{16}$ mettent PC_4 à l'état bas pour connecter le port A (Port A) du PIA aux entrées Data In du CONTROLEUR A MICROPROCESSEUR D'AFFICHAGE.

Le sous-programme «LOAD» (Chargement) permet alors d'introduire un message de sollicitation dans le contrôleur. Les instructions MVI A, 09H et OUT CNTRL localisées en $E45E_{16}$ connectent le clavier aux entrées Data In du contrôleur. Dans ce mode, l'utilisateur peut entrer les données dans le CONTROLEUR A MICROPROCESSEUR D'AFFICHAGE ou traiter une ligne existante. Le sous-programme «READ» (Lecture) est alors utilisé pour stocker les données du port Data Out dans le système à microprocesseur 8080A.

Le sous-programme «READ» démarre la séquence de sortie des données en émettant le mot de commande spécial FF_H vers les entrées Data In du CONTROLEUR A MICROPROCESSEUR D'AFFICHAGE. Ensuite, le sous-programme lit les séries de mots de données en sortie du contrôleur et les stocke momentanément sous forme de mots consécutifs sur la mémoire de travail débutant à l'adresse STAT.

HEWLETT PACKARD

NOTE D'APPLICATIONS 1004

Détection de seuils par photocoupleur HCPL-3700 dans les systèmes de surveillance industrielle

INTRODUCTION

Les circuits logiques électroniques, utilisés dans un environnement difficile, mettent rapidement les ingénieurs en face d'incidents et dangers qu'implique la réalisation d'une interface entre la fonction logique et la fonction contrôlée. Ces problèmes, particulièrement aigus dans l'environnement industriel perturbé par les parasites transmis par le secteur ou produit par les moteurs ou la foudre, peuvent dissimuler le signal attendu et même dans certains cas détruire le système de surveillance logique lui-même. De telles situations amènent le concepteur à faire appel à des solutions qui permettent d'isoler la fonction logique de la fonction d'entrée ou de sortie. Les méthodes d'isolement traditionnelles consistent à faire appel à des éléments tels que condensateurs, relais, transformateurs ou photocoupleurs. Ces derniers offrent sans conteste les meilleures performances de vitesse, de réponse en courant continu, de forte réjection de mode commun et de faible capacité de couplage entrée-sortie.

Dans la mise en place d'une interface entre un système perturbé et un système logique, il est recommandé, sinon obligatoire, de réaliser des tests (sur des signaux de commutation ou niveaux de seuil) où le signal peut être considéré comme une référence valable. Le signal d'entrée ou de contre-réaction dans les systèmes de surveillance industriel, peut être continu, alternatif, de niveau compris entre 5 V et 110 ou 240 V. L'étude d'un tel système à commutation de seuil peut devenir plus qu'un problème banal. Ceci est particulièrement vrai avec les photocoupleurs lorsque l'on considère la gamme des rapports de transfert en courant de la plupart des dispositifs.

Ce problème peut être facilement résolu en utilisant le photocoupleur Hewlett-Packard HCPL 3700 qui combine, sur une seule puce à huit broches en boîtier plastique DIL, une fonction détection en courant et en tension alternatif ou continu et un photocoupleur à très forte tension d'isolement.

Le schéma simplifié de la figure 1 en donne le principe. Le HCPL-3700 est constitué d'un redresseur double alternance, suivi d'un circuit de détection de seuil intégér, d'une DEL et d'un circuit détecteur intégré à couplage optique. Ce dernier détecteur comporte une photodiode et un amplificateur Darlington à grand gain.

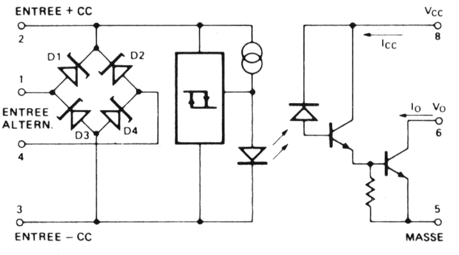


FIGURE 1 – Schéma synoptique du HCPL-3700

Le circuit d'entrée fonctionne en continu ou en alternatif et fournit un niveau de seuil avec hystérésis compensé en température et garanti. Le seuil de commutation peut être élevé par l'adjonction d'une simple résistance extérieure.

La détection du niveau de seuil se faisant dans les circuits d'entrée avant isolement et amplification par l'étage à grand gain, les variations du rapport de transfert de courant dans le temps ou entre dispositifs ont une influence moindre.

Outre la possibilité d'être attaquées par des signaux alternatifs ou continus, les diodes Zener du montage en pont fournissent un écrêtage de la tension d'entrée pour protéger le circuit de seuil ou les DEL lorsque se présentent une surtension ou un surcourant. La DEL est alimentée par une source de courant à découpage.

La sortie du photocoupleur est constituée par un Darlington à grand gain et à collecteur ouvert, elle est compatible TTL ou CMOS. Son pouvoir de réjection en mode commun et son immunité contre les transitoires de 600 V/μs permettent une excellente séparation entrée-sortie. Sa tension d'isolement atteint 3000 VCC. Il est recommandé de l'utiliser dans une plage de température comprise entre 0 et 70°C.

Le HCPL-3700 répond aux exigences d'environnement des systèmes de surveillance industrielle pour l'interface entre les signaux issus d'équipement alimentés en courant alternatif ou continu et les circuits logiques de commande. Le contrôle de la fermeture de contacts ou de la tension d'excitation de relais, la détection de défauts de fonctionnement des circuits de contacts de proximité ou de jauges, la surveillance des signaux issus de capteurs de température ou de pression peuvent être réalisés avec le HCPL-3700 lorsque de forts isolements sont nécessaires.

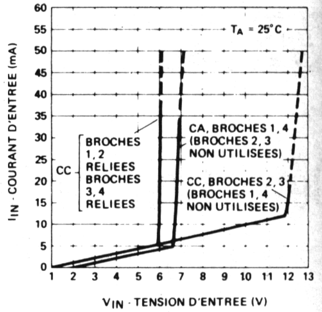
Caractéristiques

L'étude des caractéristiques tension-courant à l'entrée et de transfert entrée-sortie permet de mieux comprendre le fonctionnement du HCPL-3700. La figure 2 fournit les caractéristiques $I_{entrée}/V_{entrée}$ (mA et V) en courant continu et alternatif.

Le circuit d'entrée en CC est équivalent à une résistance de 1000 Ω en série avec une tension de déchet de 1 V. Si les broches CA (1 à 4) ne sont pas utilisées, la tension continue à l'entrée peut atteindre 12 V (2 fois la tension de Zener des diodes) avant que n'ait lieu l'écrêtage. Si l'on raccorde les broches 1, 4 (entrée CA) à la masse ou respectivement aux bornes 2 et 3 (entrée CC), l'écrêtage du signal d'entrée aura lieu pour 6 V (1 fois la tension de Zener). Pendant l'écrêtage, il est important que le courant reste en deçà de certaines limites. D'autre part, pour éviter un débit trop important dans la diode substrat, la tension de polarisation en inverse à l'entrée CC ne doit pas dépasser − 0,5 V. Le choix du niveau de seuil de la tension d'entrée est déterminée par les conditions de fonctionnement du système. L'avantage de la fixation des signaux d'entrée à de faibles niveaux limite le courant direct dans la DEL ainsi que la puissance à l'entrée du système sous l'action de fortes tensions parasites ou de transitoires courantes dans un environnement industriel. La limitation interne permet parfois de se passer d'éléments de protection additionnels.

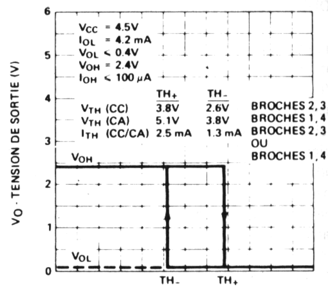
L'entrée alternative est assez semblable à l'entrée continue, elle possède en plus deux tensions directes de diode. Le niveau d'écrêtage de la tension d'entrée CA correspond à 6,7 V (une tension de Zener plus une tension de diode polarisée en direct), et présente une symétrie pour des polarisations positives ou négatives. Il n'est pas possible de modifier le niveau de seuil par combinaison de broches.

Les caractéristiques de transfert, illustrées figure 3, montrent comment la tension de sortie varie en fonction de la tension ou du courant d'entrée. L'hystérésis voulue améliore l'immunité au bruit et maintient un temps de réponse rapide (t_r, t_f) même pour les signaux d'entrée à variation lente.



NOTE : Tension alternative crête instantanée

FIGURE 2 — Caractéristiques d'entrée typiques I_{IN} en fonction de V_{IN}



NOTE : Tension alternative crête instantanée

FIGURE 3 — Caractéristiques de transfert typiques du HCPL-3700

L'hystérésis du système est définie :
en tension par $V_{HYS} = V_{TH+} - V_{TH-}$, ou
en courant par $I_{HYS} = I_{TH+} - I_{TH-}$.
La sortie du photocoupleur se met à l'état bas dès que la tension (ou le courant) d'entrée dépasse V_{TH+} (ou I_{TH+}). Elle repasse à l'état haut dès que la tension (ou le courant) à l'entrée devient inférieure à V_{TH-} (ou I_{TH-}).

Le HCPL-3700 a des niveaux de commutation de seuil préprogrammés en continu comme en alternatif. D'autres niveaux peuvent être définis en utilisant une simple résistance en série dans le circuit d'entrée (voir équation 1). Il est parfois intéressant de répartir cette résistance par moitié sur chaque borne d'entrée pour améliorer la protection contre les transitoires et limiter la puissance dissipée par une seule résistance.

La figure 4 illustre quatre interfaces courantes lorsque l'on utilise un microprocesseur comme système de surveillance industriel. Les trois premières sont étudiées dans la présente note.

Exemple 1
La tension continue appliquée aux bornes d'un moteur permet de surveiller sa vitesse et ses conditions de charge.

Exemple 2
Un circuit de commande est constitué par un interrupteur de sécurité destiné à établir ou couper un circuit alimenté sous 115 V (ou 220 V) pour des raisons de commodité, et un HCPL-3700 pour améliorer son immunité au bruit.

Exemple 3
Un HCPL-3700 est utilisé pour surveiller l'alimentation secteur (baisse de tension ou coupure) d'un contrôleur. L'emploi d'une résistance shunt, pour améliorer la précision du seuil, est étudié à ce propos.

La figure montre de plus qu'il est possible d'employer deux HCPL-3700 pour définir les limites haute et basse entre lesquelles peut varier une température dans un processus industriel. Noter que dans ce cas, les niveaux de commutation du photocoupleur doivent être beaucoup plus précis que dans les autres exemples. Un quatrième exemple étudie l'utilisation d'une ligne téléphonique louée pour transmettre les informations au HCPL-3700.

Exemple 1 : Seuil de tension en continu

La surveillance du moteur à courant continu a pour but prioritaire de fournir l'indication de sa vitesse de rotation minimale avant de le faire travailler. Si la tension appliquée V_M est supérieure à 5 V, on suppose la vitesse voulue atteinte. La tension maximale appliquée est de 10 V. La figure 5 montre l'organisation du circuit pour cette application (les symboles sont définis dans l'appendice).

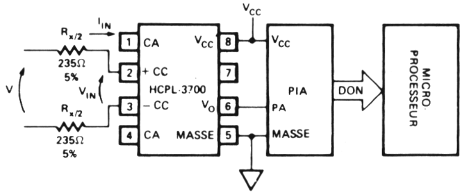


FIGURE 5 – Utilisation d'un HCPL-3700 en interface tension CC - microprocesseur

Le système fonctionne dans les conditions suivantes :

Niveaux des tensions extérieures (V_M)

V_+ = **5VCC (50%)**

$V_{crête}$ = **10VCC**

Niveaux d'entrée du HCPL-3700

V_{TH+} = **3,8V**

V_{TH-} = **2,6V**

V_{ICH3} = **12V**

I_{TH+} = **2,5mA**

I_{TH-} = **1,3mA**

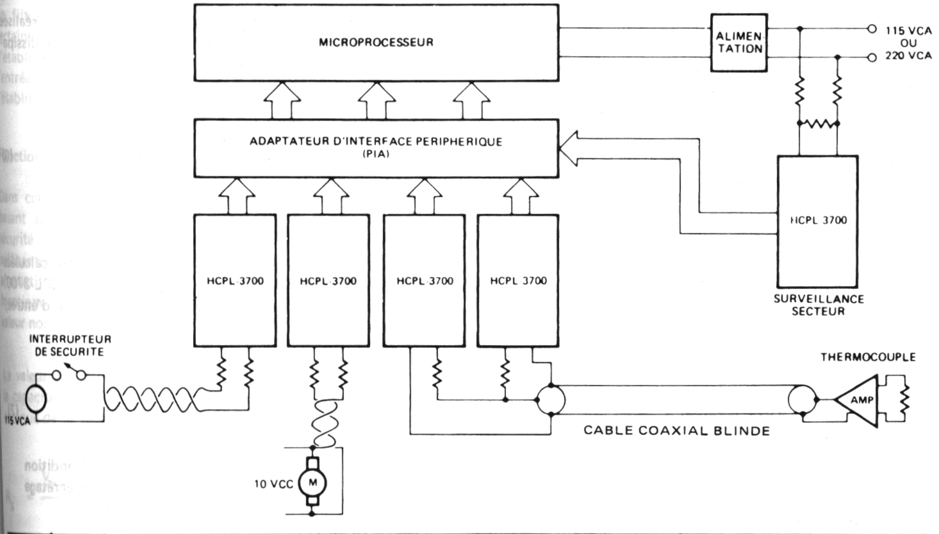


FIGURE 4 – Utilisation de HCPL-3700 comme interface CC ou CA - microprocesseur

Pour un seuil de 5 V, R_X est calculé de la façon suivante :

$$R_x = \frac{V_+ - V_{TH+}}{I_{TH+}} \quad (1)$$

$$= \frac{5V - 3,8V}{2,5mA}$$

$$R_x = 480\Omega \qquad (470\Omega \pm 5\%)$$

Ce qui donne comme niveau de seuil inférieur :

$$V_- = I_{TH-}\, R_x + V_{TH-} \quad (2)$$

$$= (1,3mA)\ 470\Omega + 2,60V$$

$$V_- = 3,21V$$

En tenant compte des tolérances sur les caractéristiques du HCPL-3700 et sur la résistance R_X (5%), la variation du V_+ peut être comprise entre + 12,4% et – 15%, celle de V_- entre + 14% et – 23,5% (Nota : Pour une tension extérieure faible, le niveau de seuil V_+, comparable en amplitude à V_{TH+} du photocoupleur ($V_+ \leqslant 10\ V_{TH+}$), les tolérances ne sont pas améliorées avec une résistance R_X à 1%; par contre, si $V_+ > 10\ V_{TH+}$, une résistance à 1% réduira les variations de V_+).

En réalisant un montage série-parallèle, il est possible de déterminer extérieurement V_+ et V_-. Se reporter à l'exemple 3.

La puissance dissipée par R_X dépend de la validité de l'une des deux inégalités suivantes :

si

$$\frac{V_+}{V_{crête}} > \frac{V_{TH+}}{V_{IHC}} \quad (V_{IN} \text{ sans écrêtage}) \quad (3)$$

si

$$\frac{V_+}{V_{crête}} < \frac{V_{TH+}}{V_{IHC}} \quad (V_{IN} \text{ écrêtée}) \quad (4)$$

V_{IHC} représentant la valeur particulière de la tension de seuil à l'entrée indiquée dans les caractéristiques relevées sur la fiche technique.

Dans ce cas, les broches 1 et 4 ne sont pas connectées; continu, il n'y aura pas de tension de seuil car :

$$\frac{V_+}{V_{crête}} > \frac{V_{TH+}}{V_{IHC3}}$$

$$\frac{5V}{10V} > \frac{3,8V}{12,0V}$$

Par suite, il est prudent de prévoir une résistance R_X à dissipation maximale aux conditions pour lesquelles la tension de seuil ne s'établit pas. Elle se calcule de la façon suivante :

$$P_{R_x} = \frac{\left[V_{crête}\left(\frac{R_x}{R_x + 1\,k\Omega}\right)\right]^2}{R_x} \quad \text{(Entrée sans écrêtage)} \quad (5)$$

$$= \frac{\left[10V\left(\frac{470\Omega}{1470\Omega}\right)\right]^2}{470\Omega}$$

$$P_{R_x} = 21,8mW$$

Si la condition $V_+/V_{crête} < V_{TH+}/V_{IHC}$ est réalisée (tension d'entrée écrêtée), la formule donnant la dissipation maximale de R_X devient :

$$P_{R_x} = \frac{\left(V_{crête} - V_{IHC}\right)^2}{R_x} \quad \text{(Entrée écrêtée)} \quad (6)$$

Le courant d'entrée ou la puissance doivent être calculés pour être compatibles avec les possibilités du HCPL-3700. Dans les conditions d'écrêtage de la tension d'entrée, on obtient :

$$I_{IN} = \frac{V_{crête} - V_{IHC}}{R_x} < I_{IN\,(max)} \quad (7)$$

$$P_{IN} = V_{IHC}\,(I_{IN}) < P_{IN\,(max)} \quad (8)$$

(7) et (8) : Condition d'écrêtage

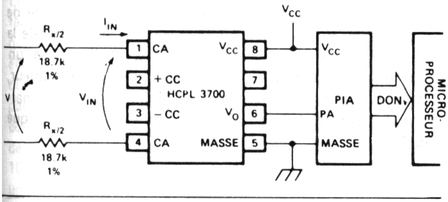


FIGURE 6 — Interface tension alternative - microprocesseur à l'aide d'un HCPL-3700

Dans les conditions de non écrêtage de la tension d'entrée, le courant maximal à l'entrée et la puissance admissibles ne seront pas dépassés, ceci ne se produisant que dans les conditions écrêtées.

La sortie n'a pas besoin d'être chargée, car l'adaptateur d'interface périphérique (PIA), un MC-6821, par exemple, possède une résistance de source interne raccordée à ses entrées.

Exemple 2 : Fonctionnement en alternatif

La figure 6 montre une application en alternatif. Elle concerne un système comportant un contact de sécurité coupant un circuit 115 V. Ce genre de circuit est communément alimenté en alternatif et le HCPL-3700 possède la cellule de redressement nécessaire. En se servant de ce photocoupleur comme interface avec l'adaptateur d'interface périphérique, il est possible soit de ne pas filtrer le signal alternatif, soit de le filtrer à l'entrée ou à la sortie du système. Le choix entre ces trois possibilités est étudié ci-après. La solution la plus simple consiste à ne pas filtrer mais le programme doit prévoir un processus de détection. Le filtrage en sortie, méthode classique, peut présenter certains problèmes avec une logique TTL lorsque le temps d'établissement du signal à l'entrée est lent. Le filtrage à l'entrée élimine le problème de la constante de temps à l'établissement mais augmente le retard à l'entrée.

Fonctionnement sans filtrage

Dans cet exemple, on choisit une valeur de 98 V en se basant sur 60% de la valeur crête. Régler un contact de sécurité à 60% du niveau du signal procure une immunité suffisante contre le bruit sur une ligne ouverte en 115 V alternatif lorsque le HCPL-3700 est monté de façon à fonctionner pour des tensions secteur à − 15% de leur valeur nominale quand le contact de sécurité est fermé.

La valeur de R_X pour le niveau de détection de seuil sans la capacité de filtrage C, aux bornes d'entrée continu, est obtenue de la façon suivante :

$$R_x = \frac{V_+ - V_{TH+}}{I_{TH+}} \qquad V_{TH+} = 5{,}1V \qquad (9)$$

(Tension alternative instantanée)

$$I_{TH+} = 2{,}5mA$$

$$R_x = \frac{98V - 5{,}1V}{2{,}5mA}$$

$$R_x = 37{,}2k\Omega$$ **(Utiliser sur chaque cor une résistance $R_X/2$ =**

Pour dé... ver un ... figure ... crête.

Le niveau de seuil inférieur sera de :

$$V_- = I_{TH-}R_x + V_{TH-} \qquad (10)$$

$$= (1{,}3mA)(37{,}4k\Omega) + 3{,}8V$$

$$V_- = 52{,}4V$$ **(32% de la tension crête à l'entrée)**

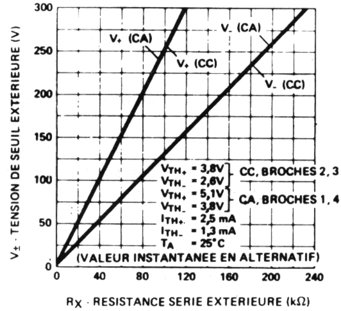


FIGURE 7 — Caractéristique typique de seuil extérieur

La figure 7 permet de sélectionner graphiquement la valeur de R_X pour une valeur particulière de la tension de seuil extérieure $V_\pm$.

La figure 8 indique, pour la valeur de R_X ci-dessus, la forme du signal en sortie du HCPL-3700 pour V_+ = 98 V (60% de la tension crête).

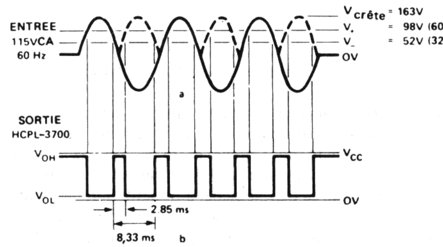


FIGURE 8 — Forme d'onde du signal en sortie du HCPL-3700 suivant montage de la figure 7 sans filtrage

APPLICATIONS

Pour déterminer la durée de l'état haut, se reporter à la figure 9 et à l'équation (11).

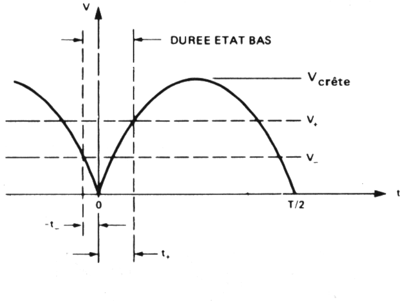


FIGURE 9 — Détermination de la durée état haut - état bas

A cause de la symétrie de l'onde sinusoïdale, l'état haut dure $t_- + t_+$, $t_\pm$ étant calculé avec la formule suivante :

$$t_\pm = \frac{T}{360^\circ} \sin^{-1}\left(\frac{V_\pm}{V_{crête}}\right) \qquad (11)$$

l'arc sinus étant exprimé en degrés, T étant la période du signal.

Sans filtrage, la forme d'onde doit être utilisée comme une information. Il faut créer un programme qui provoque l'examen à intervalle régulier du signal par le microprocesseur de façon à déterminer si la tension alternative est toujours présente à l'entrée du HCPL-3700. Ce montage évite les problèmes de filtrage et les retards qui en résultent, mais demande une programmation plus complexe du microprocesseur.

Fonctionnement en alternatif avec filtrage à l'entrée

Une méthode valable pour obtenir un état bas continu en sortie, en présence du signal alternatif à l'entrée, est de placer une capacité de filtrage entre les bornes 2 et 3 (entrée CC), le signal alternatif étant appliqué entre les bornes 2 et 3 (entrée CC), le signal alternatif étant appliqué entre les bornes 1 et 4 (redresseur double alternance). Ce filtrage à l'entrée permet une plus grande souplesse d'adaptation du HCPL-3700 à l'interface directe avec un circuit TTL ou CMOS, en éliminant le ralentissement du temps d'établissement provoqué par un filtrage en sortie, d'autant plus que cette capacité diminue à la fois la sensibilité aux transitoires et aux rebonds du contact de sécurité. Le filtrage étant réalisé après R_X, la tension appliquée aux bornes de la capacité ne dépasse pas 6,7 V crête en CA, valeur de la tension de seuil V_{IHC2}. Son inconvénient est d'apporter un retard supplémentaire à la commutation de l'optocoupleur, dû à la charge et à la décharge du condensateur au démarrage. Ce mode de filtrage, illustré figure 10, est expliqué ci-après :

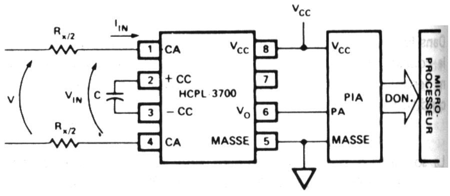


FIGURE 10 — Filtrage à l'entrée avec HCPL-3700

Le système est placé dans les mêmes conditions que dans l'exemple précédent (circuit 115 Vca).

La plus petite valeur de C qui assure un filtrage efficace est déterminée par les caractéristiques du photocoupleur. Aux faibles tensions alternatives, la capacité doit se charger au moins à V_{TH+} pour qu'il y ait fonctionnement mais ne doit pas atteindre V_{TH-} pendant la décharge. Une estimation valable de la valeur de C est donnée par la formule suivante :

$$V_{TH+} - V_{TH-} = V_{TH+}e^{-t/\tau}, \ \tau = R_{IN}C_{min} \qquad (12)$$

R_{IN} représentant la résistance d'entrée du HCPL-3700.

$$C_{min} = \frac{t}{R_{IN} \ln\left(\dfrac{V_{TH+}}{V_{TH+} - V_{TH-}}\right)} \qquad (13)$$

avec $R_{IN} = 1\ k\Omega$, $V_{TH+} = 3{,}8$ V, $V_{TH-} = 2{,}6$ V et t = 8,33 ms à 60 Hz ou t = 10 ms à 50 Hz.

C_{min} = **7,23μF à 60 Hz**

C_{min} = **8,68μF à 50 Hz**

Le filtrage n'est efficace que si C est supérieur à C_{min} : il faut donc tenir compte des tolérances de la capacité pour que cette condition soit toujours tenue. C doit quand même être maintenue aussi faible que possible pour limiter la durée du retard. La capacité de filtrage modifiant l'impédance d'entrée, la valeur de R_X doit être recalculée. Les courbes de la figure 11 donnent la valeur de R_X en fonction de la tension de seuil $V_\pm$ pour différentes valeurs de C = 10 µF, 22 µF et 47 µF. Dans une application nécessitant une condition nominale de fonctionnement à 65% d'une tension secteur de 115 V eff., soit 75 V eff., une résistance R_X de 26, 7 kΩ ± 1% avec un condensateur de 10 µF fournira le seuil désiré. La dissipation de R_X se déduit des conditions d'écrêtage ($V_+/V_{crête} < V_{TH+}/V_{ICH2}$), sa valeur est de 455 mW (voir figure 6). Une résistance $R_X/2$ de 0,5 W dans chaque branche résoudra le problème.

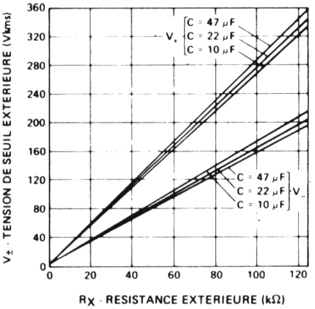


FIGURE 11 — Tension de seuil extérieure en fonction de R_X pour différentes valeurs de la capacité de filtrage C

Exemple 3 : Fonctionnement en alternatif avec amélioration de la précision et du contrôle du seuil

Certaines applications nécessitent des niveaux de seuil très précis. La possibilité de définir indépendamment le seuil supérieur et inférieur permettra à l'utilisateur de s'adapter à des nécessités particulières. La figure 12 donne le schéma de principe d'un montage permettant de détecter une disparition de la tension d'alimentation d'un ordinateur et d'éviter l'effacement des mémoires pendant le phénomène.

Dans ce montage, le photocoupleur HCPL-3700 est branché sur la ligne d'alimentation et sa sortie est couplée à une bascule de Schmitt à niveau TTL (7414).

Dans les exemples précédents, une seule résistance série R_X était utilisée pour déterminer l'un des niveaux de seuil. L'autre niveau était automatiquement déterminé par l'hystérésis du dispositif. Une solution serait de déterminer R_X pour un niveau de seuil inférieur fixé à 50% du niveau nominal crête à l'entrée, uniquement pour trouver un niveau de seuil supérieur à 90% du niveau nominal crête.

En tablant sur une variation de secteur de + 10%, – 15%, il peut arriver que le photocoupleur n'atteigne jamais le seuil supérieur avec un secteur à – 15%. Une plus grande latitude dans la fixation des deux seuils s'obtient en combinant la résistance série R_X et une résistance parallèle R_P comme sur la figure 12.

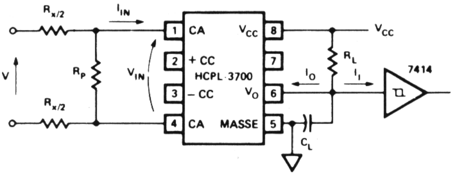


FIGURE 12 — Système de surveillance du secteur avec détermination simultanée des niveaux de seuil supérieur et inférieur, et filtrage en sortie

Chaque niveau peut être déterminé par une équation, ce niveau de seuil supérieur par l'équation :

$$V_+ = R_x \left(I_{TH+} + \frac{V_{TH+}}{R_P} \right) + V_{TH+} \quad (14)$$

et le niveau de seuil inférieur par :

$$V_- = R_x \left(I_{TH-} + \frac{V_{TH-}}{R_P} \right) + V_{TH-} \quad (15)$$

En résolvant les équations en R_X et R_P, on obtient :

$$R_x = \frac{V_{TH-}(V_+) - V_{TH+}(V_-)}{I_{TH+}(V_{TH-}) - I_{TH-}(V_{TH+})} \quad (16)$$

$$R_P = \frac{V_{TH-}(V_+) - V_{TH+}(V_-)}{I_{TH+}(V_- - V_{TH-}) + I_{TH-}(V_{TH+} - V_+)} \quad (17)$$

Les équations (16) et (17) ne sont valables que si les conditions (18) et (19) sont remplies. Les niveaux de seuil externes voulus V_+ et V_- sont fixés d'avance et les valeurs

APPLICATIONS

de $V_{TH\pm}$ et $I_{TH\pm}$ sont relevées dans le tableau des caractéristiques de la fiche technique. Ces valeurs trouvées, il faut déterminer si le dénominateur de R_X, équation (16), est positif ou négatif. S'il est positif, il faut remplir les conditions suivantes :

$$\frac{V_+}{V_-} \geqslant \frac{V_{TH+}}{V_{TH-}} \quad \text{et} \quad \frac{V_+ - V_{TH+}}{V_- - V_{TH-}} < \frac{I_{TH+}}{I_{TH-}} \qquad (18)$$

Par contre, si le dénominateur est négatif, il faut remplir les conditions ci-dessous :

$$\frac{V_+}{V_-} \leqslant \frac{V_{TH+}}{V_{TH-}} \quad \text{et} \quad \frac{V_+ - V_{TH+}}{V_- - V_{TH-}} > \frac{I_{TH+}}{I_{TH-}} \qquad (19)$$

Une ligne alimente un ordinateur sous 115 V eff., 60 Hz (163 V crête) : elle doit être surveillée pour détecter toute chute de tension supérieure à 50% et signaler son rétablissement à 75%. La tension peut varier entre 110% (179 V crête) et 85% (139 V crête) de sa valeur nominale.

Ceci suppose :

V_- = **81,5V (50%), seuil d'arrêt**

V_+ = **122,5V (75%), seuil de démarrage**

Sont données :

$V_{TH+} = 5{,}1V$ $\quad I_{TH+} = 2{,}5mA$ $\quad V_{IHC2} = 6{,}7V$

$V_{TH-} = 3{,}8V$ $\quad I_{TH-} = 1{,}3mA$

En utilisant les équations (16) et (17) pour calculer R_X et R_P, et si les conditions (18) et (19) sont remplies :

$R_x = 17{,}4\ k\Omega$ **, utiliser une résistance de 18kΩ, 5%**

$R_P = 1{,}2\ k\Omega$ **, utiliser une résistance de 1,2kΩ, 5%**

Pour terminer le calcul du courant d'entrée maximal I_{IN} et la puissance des résistances R_X et R_P, il faut vérifier si la tension d'entrée provoquera un seuil à la tension crête appliquée. Les équations (3) et (4) permettent de s'assurer s'il y aura seuil ou non, elles donnent dans le cas présent :

$$0{,}75 = \frac{V_+}{V_{crête}} \approx \frac{V_{TH+}}{V_{IHC2}} = 0{,}76$$

ce qui indique que V_{IN} répond tout juste aux conditions nécessaires pour qu'il y ait seuil.

Dans cette application, le courant I_{IN} est donné approximativement par :

$$I_{IN} = \frac{V - \frac{V_{IHC2}}{\sqrt{2}}}{R_x} - \frac{\frac{V_{IHC2}}{\sqrt{2}}}{R_P} < I_{IN\,(max)} \qquad (20)$$

$$= \frac{115V - \frac{6{,}7V}{\sqrt{2}}}{18\ k\Omega} - \frac{\frac{6{,}7V}{\sqrt{2}}}{1{,}2\ k\Omega}$$

$$I_{IN} = 2{,}18mA\ \text{eff.} < 34{,}3mA$$

La dissipation de R_X est donnée par :

$$P_{R_x} = \frac{\left(V - \frac{V_{IHC2}}{\sqrt{2}}\right)^2}{R_x} \qquad (21)$$

soit environ 675 mW.

Lorsque les conditions de seuil existent, la puissance maximale dissipée par Rp est de 18,7 mW, donnée par l'équation :

$$P_{R_P} = \frac{\left(\frac{V_{IHC2}}{\sqrt{2}}\right)^2}{R_P} \qquad (22)$$

Filtrage en sortie

L'avantage du filtrage en sortie est qu'il est facile à mettre en oeuvre. Le signal en sortie n'introduit qu'un seul retard au moment du seuil d'arrêt alors que le filtrage à l'entrée introduit un retard aussi bien sur le seuil d'arrêt que sur le seuil de démarrage, à cause de la charge et de la décharge initiales du condensateur. Son inconvénient réside dans le fait que le long temps de transition t_r, amené par le filtre RC en sortie, nécessite une porte logique à bascule de Schmitt pour séparer le circuit de filtrage des circuits logiques qui le suivent et éliminer les instabilités. Le calcul de la résistance de charge et de la capacité est donnée ci-après.

Les données suivantes fixent les conditions d'interface :

HCPL-3700

V_{OL} = 0,4V

I_{OL} = 4,2mA

I_{OH} = 100μA max

V_{CC} = 5 V ± 5%

7414

$V_{T+(min)}$ = 1,5V
$V_{T+(max)}$ = 2 V } **Niveau supérieur de seuil de la bascule de Schmitt**

I_{IH} = 40μA max

I_{IL} = −1,2mA max

Avec les conventions de courant de la figure 12, la valeur minimale de R_L qui garantit que le transistor de sortie reste saturé, est donnée par :

$$R_{L(min)} \geqslant \frac{V_{CC(max)} - V_{OL}}{I_{OL} + I_{IL}} \qquad (23)$$

$$= \frac{5{,}25V - 0{,}4V}{4{,}2mA - 1{,}2mA} = 1{,}62\ k\Omega$$

La valeur maximale de R_L est calculée pour avoir une garde de 0,4 V sur le paramètre $V_{T+\ (max)}$ ou $V_{IH} = V_{T+\ (max)}$ +0,4 V.

$$R_{L(max)} \leqslant \frac{V_{CC(min)} - V_{IH}}{I_{OH} - I_{IH}} \qquad (24)$$

$$= \frac{4{,}75V - 2{,}4V}{0{,}1mA + 0{,}04mA} = 16{,}8\ k\Omega$$

Prendre R_L égale à 1650 Ω.

C_L peut être déterminé de la façon suivante : en se reportant à la figure 8, la sortie du photocoupleur sera à l'état haut pendant un temps déterminé par le niveau choisi pour V_+. Dans le présent exemple, V_+ = 122,5 V (75%) et V_- = 81,5 V (50%). En admettant une tension crête minimale de 138 V la durée du niveau haut (sans C_L) calculée à partir de l'équation (11) est de 4,58 ms. Avec la valeur de C_L appropriée, le signal filtré en sortie est indiqué en trait plein figure 13.

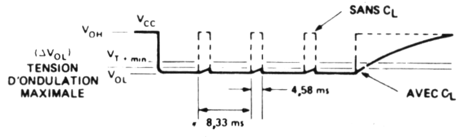


FIGURE 13 — Signal en sortie du HCPL-3700

L'amplitude d'ondulation maximale au-dessus de V_{OL} + ΔV_{OL} = 1 V, ce qui donne une marge de bruit de 0,5 V avant d'atteindre $V_{T+\ (min)}$ = 1,5 V. La forme exponentielle de l'ondulation est provoquée par la charge de C_L à travers R_L et la résistance d'entrée R_{INTTL} de la porte logique. La variation de V_{OL} admise est de la forme :

$$\Delta V_{OL} = (V_{OH} - V_{OL})\,(1 - e^{-t/\tau}) \qquad (25)$$

avec $\tau = R'_L C_L$ et R'_L étant la résistance équivalente à R_L et R_{INTTL} montées en parallèle.

En dessous de V_{T+} = 1,5 V (min), R_{INTTL} est constante et égale à 6 kΩ. D'où :

$$R'_L = \frac{R_L\, R_{INTTL}}{R_L + R_{IN}} \qquad (26)$$

$$= \frac{(1{,}65\ k\Omega)\ (6\ k\Omega)}{1{,}65\ k\Omega + 6\ k\Omega}$$

$$R'_L = 1{,}29\ k\Omega$$

L'équation (25) permet de calculer τ :

$$\tau = \frac{t}{\ln\left(\dfrac{V_{OH} - V_{OL}}{V_{OH} - V_{OL} - \Delta V_{OL}}\right)} \qquad (27)$$

En remplaçant les symboles par leur valeur déterminée plus haut et en utilisant la formule $V_{OH} = V_{CC} - (I_{OH} + I_{IH})\,R_L$:

$$\tau = \frac{4{,}58ms}{\ln\left(\dfrac{4{,}8V - 0{,}4V}{4{,}8V - 0{,}4V - 0{,}6V}\right)}$$

$$\tau = 31{,}24ms$$

C_L peut être calculée directement :

$$C_L = \frac{\tau}{R'_L} \qquad (28)$$

$$= \frac{31{,}24ms}{1{,}29\ k\Omega} \qquad \text{c'est-à-dire, un condensateur}$$

$$C_L = 24{,}2\mu F \qquad \text{de} \quad 27\mu F \pm 10\%$$

ou de $33\mu F \pm 20\%$

Avec cette valeur de C_L, le temps d'établissement pour que le réseau R'_LC_L permette d'atteindre V_{T+} de la porte TTL est donné par :

$$V_{OL} + (V_{OH} - V_{OL})(1 - e^{-t/\tau}) = V_{T+} \qquad (29)$$

En résolvant par rapport à t :

$$t = \tau \ln \left(\frac{V_{OH} - V_{OL}}{V_{OH} - V_{T+(min)}} \right) \qquad (30)$$

et en remplaçant V_{OH} par 4,8 V, V_{OL} par 0,4 V, $V_{T+(min)}$ par 1,5 V et τ par 31,24 ms :

$$t = 9\ ms$$

Cette valeur correspond au temps que met le système à répondre à une baisse de tension de la ligne en dessous du niveau de seuil 50% (V−). En bref, le temps de réponse est légèrement plus long qu'un demi cycle à 60 Hz (8,33 ms) dans les cas les plus défavorables de variation du secteur. Ce retard est acceptable dans un système de protection secteur. Dans cette exemple, le cas le plus défavorable n'a pas été étudié. Il faudra faire cette analyse pour s'assurer du bon fonctionnement du circuit en fonction du secteur disponible pour toutes les variations possibles des différents paramètres, des tolérances des composants et de la température.

Amélioration de la précision des seuils

Dans les exemples précédents de filtrage en sortie, les deux niveaux de seuil extérieurs étaient définis pour des conditions de démarrage à $V_+ = 122{,}5$ V (75%) et d'arrêt à $V_- = 81{,}5$ V (50%). La valeur calculée de R_X était de 17,4 kΩ, celle de R_P de 1,2 kΩ. En utilisant des résistances de 18 kΩ et de 1,2 kΩ à 5%, le niveau de seuil supérieur atteint 126,6 V.

En étudiant la combinaison la plus défavorable des variations de V_{TH+}, I_{TH+} du photocoupleur, des tolérances à ± 5% de R_X et R_P, on s'apercevra que la variation résultante dans le niveau de V_+ peut être comprise entre + 23% et − 25% du résultat escompté.

Si une précision supérieure du niveau est nécessaire, elle peut être obtenue en diminuant R_P pour que sa valeur domine par rapport aux variations de résistance d'entrée du photocoupleur. En utilisant une résistance à 1% de valeur suffisamment faible, les tolérances sur V_+ peuvent être nettement améliorées. Les calculs suivants donnent la marche à suivre pour obtenir des niveaux de seuils de précision presque maximale. Il est à noter que les HCPL-3700 sont très homogènes une fois les résistances extérieures déterminées pour un niveau et un HCPL-3700 donnés. Le seul compromis admis, dans la maîtrise supplémentaire de la précision, est que R_X et R_P aient une dissipation plus forte.

La figure 14 suppose que le circuit est au niveau supérieur de seuil. Pour V_{TH+} constant, on désire maintenir I_+ à moins de ± 5% de sa valeur nominale alors que I_{P+} ne doit pas varier de ± 1%. Avec ces données, les équations (31) et (32) peuvent être posées et résolues en fonction de la grandeur de I_{P+} nécessaire au maintien des conditions de I_+. I_+ est la somme de I_{P+} et de I_{TH+}

$$1{,}05\ I_+ = 1{,}01\ I_{P+} + I_{TH+(max)} \qquad (31)$$

$$0{,}95\ I_+ = 0{,}99\ I_{P+} + I_{TH+(min)} \qquad (32)$$

à V_{TH+} constant

où

$$I_{TH+(max)} = 3{,}11mA$$

$$I_{TH+(min)} = 1{,}96mA$$

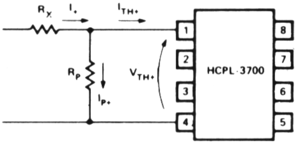


FIGURE 14 — Amélioration de la précision du seuil en utilisant les résistances extérieures R_X et R_P

En résolvant (31) et 32) par rapport à I_{P+}, on obtient

$$I_{P+} = 11{,}2mA,$$

et

$$R_P = \frac{V_{TH+}}{I_{P+}} \qquad (33)$$

$$= \frac{5{,}1V}{11{,}2mA}$$

R_P = 433Ω, **utiliser une résistance de 453Ω, 1%**

R_x	TOL.	R_P	TOL.	TOLERANCE SUR I_+	TOLERANCE SUR V_+		PUISSANCE MAX DISSIPEE DANS $R_X + R_P$ (eff.)
18 kΩ	5%	1,2 kΩ	5%	+17,5% −21,2%	+ 23%	− 25%	0,69 W
8,66 kΩ	1%	453Ω	1%	±5%	+12,7%	−19,3%	1,45 W
4,32 kΩ	1%	205Ω	1%	±3%	+11,2%	−18,9%	2,92 W
2,15 kΩ	1%	97,5Ω	1%	±2%	+10,6%	−18,8%	5,89 W

TABLEAU 1 — Tolérances sur la précision du seuil en fonction des tolérances et de la dissipation de R_X et R_P à V_+ nominal = 122,5 V

Cette nouvelle valeur de R_P amène à calculer une nouvelle valeur pour R_X pour conserver le même niveau de seuil V_+.

$$R_x = \frac{V_+ - V_{TH+}}{I_+} \quad \text{où} \quad I_+ = I_{P+} + I_{TH+} \tag{34}$$

$$= 11{,}2\text{mA} + 2{,}5\text{mA}$$

$$= \frac{122{,}5\text{V} - 5{,}1\text{V}}{13{,}7\text{mA}}$$

R_x = **8,57 kΩ , utiliser une résistance de 8,66kΩ, 1%**

Avec une variation de ± 1% dans la valeur de R_P et R_X et pour les tolérances sur V_{TH+} et I_{TH+} du photocoupleur, le niveau de seuil supérieur variera nettement moins que dans le cas où l'on utilise des résistances à 5%. Les variations de V_+, dont la valeur est donnée par $V_+ = R_X I_+ + V_{TH+}$ avec $I_+ = I_{P+} + I_{TH+}$ sont indiquées tableau 1.

Le tableau 1 résume l'amélioration apportée aux tolérances sur V_+ lorsque R_X et R_P sont ajustés pour limiter les variations du courant de seuil extérieur I_+. Ce tableau est basé sur une tension de seuil extérieure à l'entrée V_+ de 122,5 V. C'est un compromis entre une faible dissipation et une grande précision du seuil.

Nota : La méthode de calcul de R_X et R_P peut être adaptée à toute application nécessitant des courants de régulation supérieurs.

Exemple 4 : Lignes spécialisées par commande à distance

Dans le cas où la distance entre la source de signal et la station réceptrice est importante, il peut être intéressant d'utiliser une ligne spécialisée pour surveiller le système. Le HCPL-3700 convient parfaitement comme interface de détection du seuil et de séparation entre la ligne et le système à distance. Il évite d'utiliser un modem compliqué et dispendieux sur la ligne téléphonique.

La figure 15 donne le principe d'un système de surveillance du niveau dans un réservoir.

Quelques précisions doivent être données quant aux lignes spécialisées. Leur utilisation amènent quelques restrictions. La ligne, dans notre exemple, est utilisée en mode coupure d'un circuit continu (durée de l'interruption toujours supérieure à 1 s). La différence de potentiel entre conducteurs, et, entre conducteurs et masse, ne doit pas dépasser 135 V. Le courant maximal est limité à 150 mA si le câble possède une bobine de compensation. L'usage d'une ligne symétrique est fortement recommandé pour limiter la diaphonie ou utiliser des signaux de plus grande amplitude. Des précautions doivent être prises pour protéger la ligne et les équipements. La ligne doit être équipée d'un fusible de protection contre les courants du court-circuit dans les équipements téléphoniques; de plus, il faut la protéger contre les transitoires dangereux par des éclateurs.

Dans la présente application, une source flottante 48 V fournit le signal sur la ligne. Le niveau de seuil supérieur du HCPL-3700 est fixé à V_+ = 36 V (75%). Le calcul nous donne comme valeur de R_X :

$$R_x = \frac{V_+ - V_{TH+}}{I_{TH+}} \tag{35}$$

$$= \frac{36\text{V} - 3{,}8\text{V}}{2{,}5\text{mA}}$$

$$= 12{,}9 \text{ k}\Omega$$

(Utiliser une résistance $R_X/2$ = 6,49kΩ, 1% à chacun des niveaux d'entrée)

Le niveau de seuil inférieur résultant est de :

$$V_- = R_x I_{TH-} + V_{TH-} \tag{36}$$

$$= 13 \text{ k}\Omega\ (1{,}3\text{mA}) + 2{,}6\text{V}$$

$$V_- = 19{,}5\text{V}$$

d'où un V_{HYS} de 16,5 V. La tension alternative induite par les lignes électriques adjacentes, en général inférieure à 10 V, n'affecte pas le HCPL-3700.

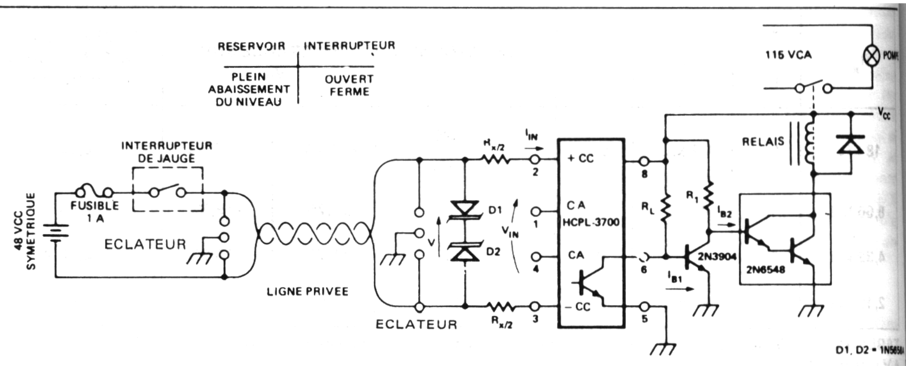


FIGURE 15 — Adaptation d'un HCPL-3700 à une ligne téléphonique privée en commande à distance

En condition normale (réservoir plein), le photocoupleur est hors service. Lorsque le réservoir se vide, l'interrupteur est fermé, la sortie du photocoupleur doit être inversée par un transistor pour exciter le Darlington de puissance qui commande le relais d'excitation du moteur. Le relais applique de la puissance CA au système de la pompe. Si $V_{CC} = 10$ V, $I_{B2} = 0{,}5$ mA et $I_{B1} = 0{,}5$ mA :

$$R_1 = \frac{V_{CC} - 2V_{BE}}{I_{B2}} \quad (37)$$

$$= \frac{10V - 1{,}4V}{0{,}5mA}$$

$$R_1 = 17{,}2\ k\Omega$$

$$(R_1 = 18\ k\Omega)$$

$$R_L = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_{B1}} \quad (38)$$

$$= \frac{10V - 0{,}7V}{0{,}5mA}$$

$$R_L = 18{,}6\ k\Omega$$

$$(R_L = 18\ k\Omega)$$

En utilisant les entrées alternatives du HCPL-3700, les considérations de polarité à l'entrée sont éliminées.

Généralités sur la protection des HCPL-3700

Les photocoupleurs 3700 permettent à la fois de définir des seuils et d'isoler optiquement des signaux de commande du bruit et des parasites industriels. La protection contre les transitoires qui pourraient endommager les circuits de détection de seuil et les DEL est fournie intérieurement par les diodes Zener du pont double alternance et une résistance externe. En examinant la figure 1, on observe que les conditions d'écrêtage de la tension de seuil sont atteintes à la tension de Zener maximale plus la tension directe d'une diode polarisée.

Aux conditions d'écrêtage normales, le pont de diodes limite la tension appliquée au système et dévie le courant superflu qui pourrait endommager les circuits de détection de seuil ou surcharger les DEL. Les photocoupleurs HCPL-3700 supportent des courants de transitoires importants à l'entrée. Le courant continu maximal sur n'importe quelle entrée ou sortie peut atteindre 50 mA. Le courant de surcharge admissible est de 140 mA pendant 3 ms sur impulsions à la cadence de 120 Hz et le courant de transitoire peut atteindre 500 mA pendant 10 s sur impulsions de 120 Hz. La résistance R_X extérieure limite le courant en présence d'une transitoire de forte tension, l'amplitude de la tension de transitoire acceptable est directement proportionnelle à la valeur de R_X.

Toutefois, pour protéger le HCPL-3700 lorsque la tension d'entrée est fixée à un seuil, le courant maximal ne doit pas être dépassé. Un moyen extérieur d'améliorer la protection contre les transitoires est fourni par la figure 16.
Le condensateur Cp du filtre R_XC_P doit être choisi pour avoir un point de coupure suffisamment bas pour que le filtre passe bas réduise les transitoires haute fréquence, sans toutefois atténuer la fréquence du signal. En se reportant aux montages précédents sans filtrage, $R_X = 37{,}4\ k\Omega$ et si la bande passante nécessaire au filtre de transitoires est de 600 Hz, le calcul donne :

$$C_P = \frac{1}{2\pi f R_x} \quad (39)$$

$$C_P = 0{,}0071\mu F$$

(Utiliser un condenseur de 0,0068 µF à 50 Vcc)

Si une protection supérieure est nécessaire, le moyen le plus efficace est d'utiliser un suppresseur de transitoires commercialisé ou une varistance à oxyde métallique à l'entrée du réseau de résistance. Le niveau de suppression des transitoires doit être supérieur au niveau crête du signal. Les éléments suppresseurs de transitoires peuvent être montés en série ou en parallèle suivant la tension et la puissance à dissiper. Dans certains cas difficiles, l'utilisateur peut être amené à engager la dépense d'un système de suppression de transitoires.

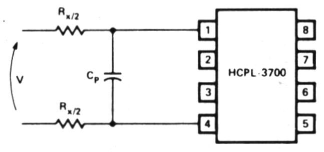


FIGURE 16 — Filtre de transitoires R_X Cp pour HCPL-3700

Influence de la température

La température a peu d'influence sur le HCPL-3700. Le boîtier plastique DIP peut supporter de – 25°C à + 85°C. Les caractéristiques limites sont valables à 70°C avec une certaine baisse des performances à 85°C. Jusqu'à 70°C, il n'est pas nécessaire de monter le HCPL-3700 sur radiateur. De 70°C à 85°C, les caractéristiques limites devront être réduites en fonction des données de la fiche technique.

Aspects mécaniques

Le HCPL-3700 en boîtier DIL 8 broches a été conçu pour servir d'interface entre des systèmes à puissance cc ou ca et des systèmes logiques. Il peut être soudé directement sur carte à la vague.

Aspects électriques

Certaines précautions doivent être prises dans le traçage des pistes de la carte, dont l'espacement doit répondre à certaines contraintes de sécurité (UL, VDE, IEC). Le HCPL-3700 est agréé UL (n° de dossier E 55361) pour tous les essais de fonctionnement sous 220 V alternatif.

L'écartement des pistes dépend essentiellement de la différence de potentiel entre elles. Se reporter aux normes existantes. L'écartement dans le cas le plus défavorable et dans un environnement non défini, avec une source ayant une puissance maximale de 2000 V/A, est de 3,2 mm pour des tensions comprises entre 51 et 250 V eff. sur support (distance de grimpement) ou 3 mm entre conducteurs dans l'air. Ces valeurs s'entendent entre éléments non isolés de polarités opposées ou entre élément et masse non isolée autre que châssis et partie métalliques accessibles.

Un environnement difficile est un environnement contaminé par vapeurs de produits chimiques, poussières ou toute substance pouvant produire des corrosions, réduire la résistance entre pistes du circuit imprimé et, en général, tout environnement malsain.

Entre 0 et 50 V, un espacement entre piste de 1,6 mm est suffisant.

Raccordement électrique

Le HCPL-3700 fournit l'isolement voulu entre l'environnement d'un signal de puissance et un système de commande logique. L'interconnexion entre ces deux environnements suppose l'observation de certaines règles physiques. Elle peut être réalisée avec des connecteurs encartables ou deux pièces, des barrettes à bornes qui permettent la jonction carte-fils. Ce type de connecteurs permet de retirer la carte sans difficulté en cas de réparation ou de remplacement. Ils doivent répondre aux normes de sécurité, en ce qui concerne l'écart entre contact et l'isolement. Le modèle de connecteur dépend de la carte de circuit imprimé : il est préférable d'utiliser un connecteur qui permette de retirer la carte sans toucher aux fils de liaison. Il est recommandé d'utiliser des connecteurs dont les contacts sont étanches aux gaz, les effets de la corrosion étant plus limités dans le temps.

APPENDICE
Abréviations et symboles

V : Tension extérieure
V_+ : Niveau de seuil extérieur supérieur
V_- : Niveau de seuil extérieur inférieur
V_{IHC1} : Niveau d'écrêtage de la tension d'entrée des dispositifs*
Tension inférieure en courant continu
V_{IHC2} : Tension inférieure en courant alternatif
V_{IHC3} : Tension supérieure en courant continu
I_{IN} : Courant d'entrée du dispositif
V_{IN} : Tension d'entrée du dispositif
V_{TH+} : Niveau de seuil de la tension la plus haute du dispositif
V_{TH-} : Niveau de seuil de la tension la plus basse du dispositif
I_{TH+} : Niveau de seuil du courant d'entrée supérieur du dispositif
I_{TH-} : Niveau de seuil du courant d'entrée inférieur du dispositif
R_X : Résistance série extérieure définissant le niveau de seuil extérieur
R_P : Résistance parallèle extérieure permettant simultanément le choix et l'amélioration de la précision des niveaux de seuil extérieurs
I_{P+} : Courant dans R_P au niveau de seuil supérieur
I_+ : Courant total d'entrée au niveau de seuil supérieur sur le réseau de résistances (R_X, R_P) et le dispositif
$V_{crête}$: Tension crête extérieure
V_O : Tension de sortie du dispositif
V_{OL} : Tension niveau bas en sortie du dispositif
V_{OH} : Tension niveau haut en sortie du dispositif
I_{OH} : Courant en sortie du dispositif à l'état haut
I_{OL} : Courant en sortie du dispositif à l'état bas
I_{IH} : Courant d'entrée niveau haut de la porte commandée
I_{IL} : Courant d'entrée niveau bas de la porte commandée
V_{CC} : Alimentation continue
R_{IN} : Résistance d'entrée du HCPL-3700
V_{T+} : Tension de seuil niveau haut de la bascule de Schmitt de la porte TTL (7414)
R_L : Résistance de charge en sortie
C_L : Capacité de filtrage en sortie
C : Capacité de filtrage à l'entrée
TH_+ : Niveau de seuil supérieur
TH_- : Niveau de seuil inférieur
P_{R_X} : Puissance dissipée dans R_X
P_{IN} : Puissance dissipée par le circuit intégré du HCPL-3700
PA : Signal de porte à l'entrée du PIA
t_+ : Temps d'établissement
t_- : Temps de coupure
T : Période de la forme d'onde
C_P : Condensateur de filtrage des transitoires

* Dispositif : HCPL-3700

HEWLETT PACKARD

NOTE D'APPLICATIONS 1005

Remarques sur le fonctionnement des DEL et des AFFICHEURS

Introduction

Le but à atteindre lorsque l'on utilise des DEL ou des afficheurs est d'obtenir un compromis valable entre la luminosité, la dissipation en puissance, la fiabilité et la durée de vie. Les caractéristiques des performances et les possibilités de chaque dispositif équipé de diodes électroluminescentes doivent être connues et bien comprises pour réaliser le montage le plus opérationnel, la source d'informations principale demeurant la fiche technique.

Cette fiche technique fournit les caractéristiques optiques et électriques du produit ainsi que les valeurs limites. Différentes courbes de caractéristiques et des données supplémentaires en décrivent les possibilités.

La présente note d'applications a pour objet la discussion de la théorie et l'utilisation des informations fournies par ces fiches qui sont reprises dans deux exemples numériques : l'un concernant un fonctionnement en courant continu, l'autre en impulsions (multiplexage). Les résultats des calculs sont soulignés dans chacun d'eux par des traits et des flèches. Des informations, sur le fonctionnement sans réduction de courant et sur la soudure des DEL terminent la note.

Informations typiques fournies par la fiche technique

Une fiche technique comporte essentiellement les valeurs limites absolues, les caractéristiques optiques et électriques ainsi que les courbes typiques de fonctionnement. Des valeurs limites sont fixées pour des paramètres comme le courant direct maximal, la dissipation en puissance et la température ambiante. Les caractéristiques électriques et optiques fournissent des données telles que l'intensité lumineuse (I_V), la tension directe (V_F), la longueur d'onde crête (λ_{PEAK}), la longueur d'onde dominante (λ_d) et la résistance thermique jonction DEL-broche sur la base d'une DEL ($R\theta_{J\text{-}BROCHE}$).

Les cinq graphiques habituels sont les suivants :

Figure 1 : Courbe de fonctionnement en impulsions
Figure 2 : Dérive en courant en fonction de la température
Figure 3 : Intensité lumineuse relative
Figure 4 : Caractéristiques de la tension directe
Figure 5 : Luminosité en fonction du courant de commande

La fiche technique fournit en outre l'équation permettant le calcul de la tension directe maximale sous un débit donné.

Aspects de la conception

L'objectif de la présente note d'applications est de déterminer un montage qui permette de faire fonctionner un dispositif au maximum de luminosité sous une température ambiante élevée. Les deux paramètres qui limitent alors le fonctionnement sont le courant de commande maximal et la température de jonction maximale de la DEL. Le courant maximal débité est calculé pour une durée de vie prolongée et la température maximale de la jonction dépend du boîtier. La fiche technique fournit les valeurs maximales autorisées des courants de commande par un dispositif donné. La température de jonction maximale admissible de la DEL (T_JMAX) dépend des différents types de boîtiers utilisés ; cette température est de 100 °C pour les afficheurs en plastique et de 110 °C pour la plupart des DEL ; pour les afficheurs alphanumériques monolithiques sur cartes de circuits imprimés, elle est de 110 °C (la température ne dépasse pas 80 °C pour certains afficheurs monolithiques).

Résistance thermique

La température de jonction de la DEL est égale à la somme entre la température ambiante (T_A) et l'augmentation de température au-dessus de celle-ci (ΔT_J) qui correspond au produit de la dissipation de la jonction (P_D) par la résistance thermique jonction-ambiance ($R\theta_{JA}$) de la DEL.

$$T_J\,(^\circ C) = T_A + \Delta T_J \qquad (1)$$

$$T_J\,(^\circ C) = T_A + P_D\,R\theta_{JA}$$

La principale voie de dissipation de la chaleur à l'extérieur est la broche correspondant à la cathode de la DEL. La fiche technique donne la résistance thermique jonction-broche ($R\theta_{J\text{-}BROCHE}$) de la DEL du dispositif. Cette résis-

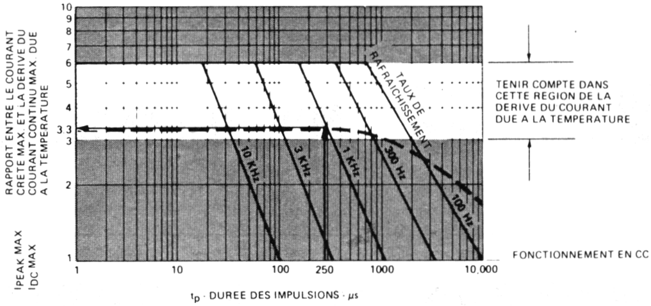


FIGURE 1 - Courant crête admissible en fonction de la durée des impulsions

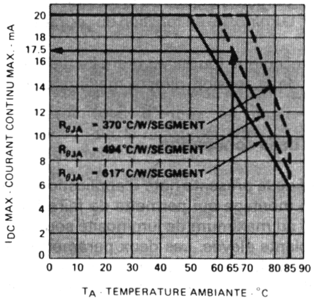


FIGURE 2 - Courant continu max. admissible par segment en fonction de la température ambiante. Réductions basées sur les résistances thermiques maximales autorisées, jonction DEL - ambiance pour un segment. $T_J MAX = 100$ °C

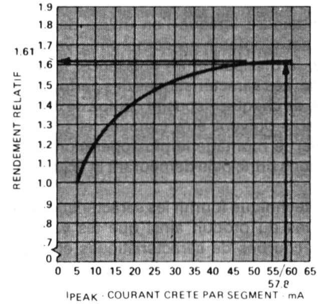


FIGURE 3 - Rendement lumineux relatif (par unité de courant) en fonction du courant crête par segment

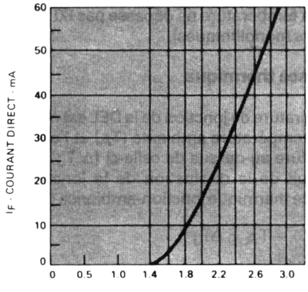


FIGURE 4 - Caractéristiques courant direct/tension directe

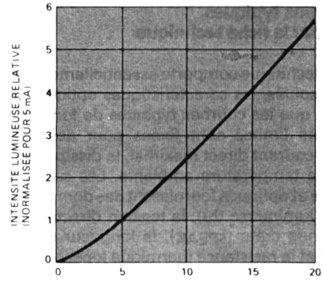


FIGURE 5 - Intensité lumineuse relative en fonction du courant continu direct

tance thermique jonction-broche est ajoutée à la résistance thermique-ambiance du montage sur carte de circuits imprimés ($R\theta_{PC-A}$) pour obtenir la valeur totale $R\theta_{JA}$ jonction-ambiance, pour chaque DEL (noter que pour les afficheurs monolithiques, la résistance thermique est calculée sur la base d'un caractère).

$$R\theta_{JA} = R\theta_{J\text{-}BROCHE} + R\theta_{PC\text{-}A} = {}^\circ C/W/DEL \quad (2)$$

Pour que le fonctionnement soit sûr, la valeur calculée de ($R\theta_{PC-A}$) doit être suffisamment basse pour que la température de jonction de la DEL n'excède pas la valeur maximale admissible.

Réduction du courant en fonction de la température

La réduction du courant en fonction de la température dépend de l'élévation de la température de la jonction de la DEL au-dessus de T_A, en fonction de la dissipation maximale admissible (P_D MAX), qui doit atteindre une valeur réelle quand $T_A = T_J$ MAX. Les valeurs de $R\theta_{JA}$ de la figure 2 sont obtenues en divisant ΔT_J par P_D MAX à une température de fonctionnement donnée.

$$R\theta_{JA}\ ({}^\circ C/W/DEL) = \quad (3)$$

$$\frac{\Delta T_J\ ({}^\circ C)}{P_D\ MAX\ (W)} = \frac{T_J\ MAX - T_A\ \text{fonctionnement}}{P_D\ MAX}$$

La valeur de P_D MAX correspond à la dissipation obtenue pour la tension directe maximale sous le débit maximal indiqué dans la fiche technique. $R\theta_{JA}$est donc calculée pour le cas le plus défavorable de dissipation.

La courbe de réduction, pour les valeurs les plus fortes de $R\theta_{JA}$ sur la figure 2, qui débute habituellement à 50 °C est obligatoire pour les applications typiques (circuit imprimé à piste de 0,5 mm de large) sans adjonction de système dissipatif. Les courbes en pointillé, correspondant à des températures ambiantes plus fortes, donnent l'accroissement du courant de commande avec une carte plus élaborée, pour obtenir une plus faible valeur de $R\theta_{JA}$ permettant une plus forte dissipation. Les courbes de la figure 2 sont valables par des fonctionnements en courant continu et en impulsions.

Calcul du cas le plus défavorable

La dissipation dans le cas le plus défavorable correspond à celle obtenue sur la jonction avec la tension directe maximale. Le calcul de cette dissipation permet de connaître la température T_J dans le plus mauvais cas en fonction d'un courant de commande et d'une résistance thermique spécifiés (voir l'équation 1). La tension directe maximale (V_F MAX) pour un courant de commande déterminé est obtenue à partir d'une équation (voir fiche technique) telle que :

$$V_F\ MAX = V_{ON} + (I_{PEAK})\ (\text{résistance dynamique de la DEL}) \quad (4)$$

Le cas le plus défavorable en impulsion est représenté par le produit du courant moyenné en temps (en continu par le courant continu) multiplié par V_F MAX.

$$P_{\text{plus mauvais cas}} = (I_{DC})\ (V_F MAX)\ \text{en continu} \quad (5)$$

$$P_{\text{plus mauvais cas}} = (I_{PEAK})\ (\text{rapport cyclique})\ (V_F MAX\ \text{à}\ I_{PEAK})\ \text{en impulsions}$$

Limitation de courant

Une DEL est un dispositif fonctionnant sous tension ; un limiteur de courant doit donc être incorporé à son système de commande, en général constitué par une résistance connectée en série avec les DEL. Les caractéristiques typiques de la tension directe, indiquées figure 4, permettent de calculer la valeur de cette résistance.

$$R_{limit.} = \frac{V_{CC}(\text{alim.}) - V_{SAT}\ (\text{transistors de commande}) - V_F\ (\text{Fig. 4})}{I_{PEAK}\ \text{par DEL}} \quad (6)$$

Lumière émise

L'intensité lumineuse (I_V à T_A = 25 °C), moyennée en temps suivant une condition de commande donnée, se calcule à partir des caractéristiques d'intensité lumineuse relative de la figure 5 en continu ou à partir des caractéristiques de rendement relatif (ηI_{PEAK}) de la figure 3 en impulsions. En continu, I_V (T_A = 25 °C) est égal au produit de l'intensité lumineuse spécifiée sur la fiche techn. par un coefficient dépendant du courant continu spécifique relevé figure 5.

$$I_V\ DC = (I_V\ \text{spécifications})\ (\text{coefficient extrait de la figure 5}), \quad (7)$$

à T_A = 25 °C

En impulsions, l'intensité lumineuse moyennée en temps à T_A = 25 °C est calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$I_V\ \text{moyennée en temps} = \left[\frac{I_{AVG}}{I_{AVG}\ \text{spécifications}}\right] [\ \eta I_{PEAK}\ ]\ [\ I_V\ \text{spécifications}\ ] \quad (8)$$

avec I_{AVG} = courant direct moyenné par DEL

I_{AVG} spécifications = courant moyen auquel I_V est mesuré dans les spécifications

L'intensité lumineuse voulue à la température ambiante de fonctionnement est calculée à partir de sa valeur à T_A = 25 °C, à l'aide de l'équation exponentielle suivante :

$$I_V\ (T_A\ \text{fonctionnement}) = I_V\ (25^\circ C)\ e^{[\ k\ (T_A\ -\ 25^\circ C)\ ]} \quad (9)$$

DEL	k
Rouge standard	– 0,0188/°C
Rouge haut rendement	– 0,0131/°C
Jaune	– 0,0112/°C
Vert	– 0,0114/°C

Fonctionnement en impulsions par rapport au fonctionnement en continu

La température de jonction d'une DEL en continu est une fonction linéaire de la dissipation multipliée par $R\theta_{JA}$. La

lumière émise est proportionnelle au courant de commande suivant l'équation (7).

Il n'est pas recommandé d'attaquer des DEL avec un courant alternatif de 50 ou 60 Hz redressé double ou simple alternance, la puissance efficace d'une onde sinusoïdale redressée étant supérieure à celle d'une onde rectangulaire de même valeur crête. Les conditions de commande en impulsions sont basées sur l'hypothèse selon laquelle les impulsions du courant de commande sont rectangulaires. La valeur du courant crête, en courant sinusoïdal redressé, ne doit en aucun cas dépasser la valeur maximale en courant continu.

Les performances du dispositif à DEL en impulsions quant à la dissipation moyennée en temps permise et la lumière émise dépendent essentiellement de la température de jonction crête et non moyenne. Plus faible est T_JPEAK par rapport à T_JAVG, plus forte est la lumière émise. Aux faibles fréquences de rafraîchissement (nombre d'impulsions reçues par le dispositif en une seconde) aux abords de 100 Hz, T_JPEAK est plus grand que T_JAVG. Vers 1000 Hz, T_JPEAK approche T_JAVG.

Par conséquent, il est recommandé de travailler à des taux de rafraîchissement proches ou supérieurs à 1000 Hz, puisque T_JPEAK est supposé égal à T_JAVG et que la lumière émise est une fonction de T_JAVG.

Réalisation et calcul du montage

Afin de déterminer des conditions de réduction à partir des données fournies par la fiche technique pour une température ambiante élevée, la valeur de $R\theta_{JA}$ doit être préalablement définie; la réduction de courant peut être obtenue directement à partir de la figure 2. La réduction de courant en continu est utilisée comme dans l'exemple du courant pulsé, pour déterminer la réduction du courant pulsé.

Les quatre étapes à suivre sont les suivantes :

1. Définir le courant de commande réduit.
2. Calculer la valeur de $R\theta_{PC\text{-}A}$ du circuit imprimé utilisé.
3. Calculer la valeur de la résistance de limitation. Utiliser la valeur normalisée immédiatement supérieure à celle trouvée.
4. Calculer la lumière émise.

Exemple de réalisation en continu

Un afficheur, à sept segments rouges haut rendement, doit fonctionner à 65 °C. Les données correspondant à ce composant sont les suivantes :

- courant continu max. par segment (T_A = 50 °C) = 20 mA
- dissipation moyenne max. (T_A = 50 °C) = 81 mW
- I_V typique = 300 µcd/segment à I_{CC} = 5 mA
- $R\theta_{J\text{-}BROCHE}$ = 282 °C/W/segment
- V_F MAX = 1,6 V + I_{CC} (45 Ω)
  pour 5 mA ≤ I_{CC} ≤ 20 mA
- T_J MAX = 100 °C

Les courbes de la page 2 correspondent à celles de la fiche technique de l'afficheur concerné en supposant en outre qu'une $R\theta_{JA}$ égale ou inférieure à 494 °C/W/segment doit être ajoutée au montage du système.

Phase 1

Réduire le courant continu de commande en fonction de la figure 2.

A $T_A = 65°C$ et pour $R\theta_{JA} \leqslant 494°C/W/segment$,
$I_{CC}\,MAX = \underline{\underline{17{,}5\ mA}}$ ⟵ I_{CC} MAX

Phase 2

Calculer la résistance thermique maximale admissible de la carte à partir de l'équation (2).

$R\theta_{PC\text{-}A} \leqslant (494 - 282) = \underline{\underline{212°C/W/segment}}$ ⟵ $R\theta_{PC\text{-}A}$

Phase 3

La tension de saturation du transistor de commande de la DEL est supposée égale à V_{SAT} = 0,4 V. La figure 4 permet de calculer V_F à 17,5 mA.

V_F TYP à 17,5 mA = 2 V

En supposant V_{CC} = 5 V, à l'aide de l'équation (6), on calcule la résistance de limitation.

$$R_{limit.} = \frac{5\ V - 0{,}4\ V - 2\ V}{0{,}0175\ A} = \underline{\underline{149\ \Omega}} \longleftarrow R_{limit.}$$

Soit la valeur normalisée 150 Ω.

Phase 4

En se reportant à la figure 5, la lumière émise sous 17,5 mA est égale à 4,4 fois celle émise sous 5 mA.

Equation 7 :

I_V (25 °C) = (300 µcd) (4,4) = 1320 µcd/segment à 65 °C par rapport à 25 °C.

Le réglage de la lumière émise à 65 °C est fournie par l'équation (9).

$$I_V\,(65°C) = (1320\,\mu cd)\ e^{[-0{,}131/°C\ (65-25)\ °C]}$$
$$I_V\,(65°C) = (1320)\ (0{,}592) = \underline{\underline{782\ \mu cd/segment}} \longleftarrow I_V$$

Exemple de réalisation en impulsions

Un affichage à quatre chiffres est constitué de quatre afficheurs sept segments identiques à celui de l'exemple précédent. Il doit fonctionner en impulsions à T_A = 65 °C. Les données complémentaires concernant ce dispositif sont :

- le courant crête max. par segment = 60 mA,
  pour T_A = 50 °C et une largeur d'impulsion de 2 ms
- V_F MAX = 1,75 V + I_{PEAK} (38 Ω)
  pour I_{PEAK} ≥ 20 mA

Comme précédemment, il faudra ajouter une valeur $R\theta_{JA}$ égale à 494 °C/W/segment au calcul.

La figure 1 permet de déterminer les conditions de rafraîchissement en mode pulsé. Elles correspondent à la température de jonction en fonction de la réduction du cou-

rant continu de la figure 2. La figure 1 donne le rapport entre le courant crête max. et le courant continu max. réduit en fonction de la température (I_{PEAK} MAX/I_{DC}MAX) et la durée de l'impulsion (t_p) en fonction du taux de rafraîchissement (f). La puissance moyenne dissipée décroît en-dessous de 1 kHz puisque la différence entre T_JPEAK et T_JAVG augmente en raison inverse du taux de rafraîchissement, ce qui correspond à la courbe en traits interrompus de la figure 1 (le rapport I_{PEAK} MAX/I_{DC} MAX décroît en fonction du taux de rafraîchissement, le rapport cyclique restant de 1/4).

Phase 1

Pour obtenir les meilleures performances, le taux de rafraîchissement est choisi à 1 kHz.

$\underline{f = 1\ kHz}$ ⟵ f

Avec un afficheur à quatre chiffres, le rapport cyclique (D.F.) est de 1/4.

$\underline{D.F. = 1/4}$ ⟵ D.F.

$t_p = (1/f)$ (D.F.) = 1/1000 Hz) (1/4) = $\underline{250\ \mu s}$ ⟵ t_p

A partir de la figure 1 :

I_{PEAK}/I_{DC} MAX = 3,3, pour $t_p \Rightarrow 250\ \mu s$ et f = 1 kHz

A partir de la figure 2 :

I_{DC} MAX, à $T_A = 65°C$ et pour $R\theta_{JA} = 494°C/W$/segment est de 17,5 mA

I_{PEAK} = (I_{PEAK} MAX/I_{DC} MAX) (I_{DC} MAX de la fig. 2)

I_{PEAK} = (3,3) (17,5 mA) = $\underline{57,8\ mA/segment}$ ⟵ I_{PEAK}

I_{AVG} = (I_{PEAK}) (D.F.)

= (57,8 mA) (1/4) = $\underline{14,5\ mA}$ ⟵ I_{AVG}

Ces deux valeurs correspondent aux courants max. admissibles en mode pulsé à T_A = 65 °C et pour $R\theta_{JA}$ ≤ 494 °C/W/segment.

Phase 2

La résistance thermique max. que doit présenter la carte de circuits imprimés est calculée à partir de l'équation (2).

$R\theta_{PC\text{-}A} \leqslant (494 - 282) =$

$\underline{212°C/W/segment}$ ⟵ $R\theta_{PC\text{-}A}$ MAX

Phase 3

On considère que la tension de saturation des transistors de commande des DEL est de V_{SAT} = 1,2 V. Il est possible de calculer à partir de la figure 4 :

V_FTYP (57,8 mA) = 2,85 V

A partir de l'équation (6) et si V_{CC} = 5 V :

$$\longleftarrow R\ limit. = \frac{5\,V - 1,2\,V - 2,85\,V}{0,578\,A} = \underline{16\,\Omega} \longleftarrow R\ limit.$$

Utiliser une résistance normalisée de 17 Ω.

Phase 4

La figure 3 permet d'obtenir la valeur de ηI_{PEAK} (rendement relatif) à I_{PEAK} = 57,8 mA, soit ηI_{PEAK} = 1,61. En remplaçant ηI_{PEAK} par sa valeur dans l'équation (8) :

$$I_V\ (25°C) = \left[\frac{14,5\ mA}{5\ mA}\right] (1,61)\ (300\ \mu cd) = 140\ \mu cd/seg.$$

Enfin l'équation (9) permet de régler l'émission de lumière pour T_A = 65 °C :

$$I_V\ (65°C) = (1401\ \mu cd)\ e^{[-0,0131/°C\ (65 - 25)°C]}$$

$$I_V\ (65°C) = (1401)\ (0,592) = \underline{829\ \mu cd/segment} \longleftarrow I_V$$

Fonctionnement sans réduction du courant

Les DEL et afficheurs peuvent fonctionner à haute température sans réduction du courant à la condition que la carte de circuits imprimés ait une résistance thermique faible : le facteur critique est constitué par la température de jonction de la DEL qui ne doit pas dépasser la vapeur T_J MAX du dispositif. Cette faible résistance thermique suppose l'utilisation d'une carte hautement métallisée et éventuellement un système d'évacuation de la chaleur. En aucun cas, les courants limites ne devront être dépassés.

Les calculs de la résistance thermique sont effectués pour le cas le plus défavorable. L'exemple numérique concernant le même afficheur que dans les 2 exemples précédents illustre les calculs à effectuer.

Phase 1

Déterminer la valeur maximale admissible de $R\theta_{JA}$. La dissipation maximale admissible de cette DEL relevée sur la fiche technique est de 81 mW et la température ambiante de 65 °C.

En utilisant l'équation (3) :

$$R\theta_{JA}\ MAX \leqslant \frac{T_J\ MAX - T_A\ \text{de fonctionnement}}{P\ MAX\ \text{des spécifications}}$$

d'où dans l'exemple :

$$R\theta_{JA}\ MAX \leqslant \frac{100°C - 65°C}{0,081\ W} = 432°C/W/segment$$

La résistance thermique maximale de la carte de circuits imprimés se calcule avec l'équation (2), d'où :

$R\theta_{PC\text{-}A}$ MAX ≤ $R\theta_{JA}$ MAX − $R\theta_{J\text{-}BROCHE}$, et

$R\theta_{PC\text{-}A} \leqslant (432 - 282) = \underline{150°C/W/seg.}$ ⟵ $R\theta_{PC\text{-}A}$ MAX

L'afficheur utilisé dans cet exemple peut donc fonctionner en dissipant le maximum de puissance à 65 °C sans réduction du courant à condition que la résistance thermique du circuit imprimé $R\theta_{PC\text{-}A}$ soit égale ou inférieure à 150 °C/W/segment.

ATTENTION : Les calculs précédents ont été menés en ne considérant que T_JAVG, T_JPEAK étant exclue : le fonctionnement en impulsions n'est recommandé que si la fréquence de rafraîchissement est égale ou supérieure à 1 kHz.

Soudage des boîtiers en plastique

Les puces des DEL construites sur un support métallique sont solidaires du fil de sortie cathode, qui conduit la

chaleur et transmet ses contraintes thermiques et mécaniques à la puce. Il est par conséquent nécessaire de surveiller soigneusement la soudure à la vague et en particulier la température du bain, qui ne doit pas dépasser 245 °C, ainsi que le temps d'immersion devant être compris entre 1,5 et 2 s.

Le processus de nettoyage est très critique pour assurer la fiabilité du fonctionnement : les caractéristiques optiques ont été optimisées par l'utilisation de plastiques spéciaux dont la constitution élimine l'emploi de certains solvants. Seuls les mélanges alcool-fréon (F 113) sont tolérés pour le nettoyage à la vapeur qui ne doit pas dépasser 2 mn. Les solvants préconisés pour le nettoyage à la vapeur sont le fréon TE, le genesolv DI-15, ou DE-15, l'arklone A ou K. Le nettoyage à l'eau à 60 °C est possible, il doit être suivi d'un rinçage neutralisant (solution à 3 % d'ammoniaque ou équivalent), d'un rinçage détersif (solution à 1 % de détergent), d'un rinçage à l'eau chaude et d'un séchage à l'air sec. Le nettoyage à la température ambiante peut se faire au fréon T-35 ou T-P35, à l'éthanol, à l'isopropanol ou à l'eau additionnée d'un détergent doux.

Quelques dispositifs à DEL demandent des précautions particulières quand ils sont manipulés pendant leur soudage ou leur nettoyage, certains ne se prêtent pas au soudage à la vague. Les trois critères à prendre en considération sont les suivants :

1. **DEL en plastique** : Le boîtier plastique est le seul élément assurant le maintien des composants de la DEL, il est donc important d'éviter toute contrainte susceptible d'endommager les contacts sur la puce et la soudure des fils. Les bornes de sortie peuvent être pliées à l'angle désiré de la façon suivante : maintenir fermement les bornes à la base du boîtier entre les becs d'une pince plate et les plier. La surchauffe du boîtier pendant la soudure provoque le ramollissement du plastique avec possibilité de déplacement des éléments de la DEL et destruction des liaisons internes. Le plus grand soin doit être pris pour éviter toute contrainte aux fils de liaison, ce qui pourrait entraîner à terme des pannes graves. Soudées avec toutes les précautions nécessaires, les DEL sont d'une très grande fiabilité.

2. **Afficheurs monolithiques sur carte de circuits imprimés** : Beaucoup de ces afficheurs ne se prêtent pas à la soudure à la vague. Les lentilles en plastique qui recouvrent les DEL et les connexions internes sont fixées à la carte sans qu'il y ait étanchéité. Les produits chimiques utilisés pendant la soudure à la vague se répandent dans les interstices que les différentes techniques de nettoyage sont incapables d'atteindre. Les produits ainsi accumulés risquent de provoquer des dommages ultérieurs. Le plastique entrant dans la constitution de certaines lentilles est sensible à la résine et aux nettoyants hydrocarbonés. Les deux méthodes préconisées consistent soit à souder à la main des fils souples aux broches de sortie, soit à utiliser des bornes de raccordement sans soudure. Le nettoyage est réalisé à la température ambiante avec du fréon TP-35 ou TE-35, à une température $\leqslant$ 30 °C et un temps d'immersion $\leqslant$ 2 mn.

3. **Support métallique argenté** : Certains dispositifs à DEL sont montés sur un support argenté : la soudabilité est excellente tant qu'il n'y a pas oxydation sous l'action d'agents sulfurisés. Le Bulletin d'Applications n° 3 fournit toutes les précisions nécessaires.

Les techniques de soudage particulières à chaque produit sont indiquées dans la fiche technique correspondante.

HEWLETT PACKARD

NOTE D'APPLICATIONS 1006

Utilisation des AFFICHEURS sept segments à DEL

INTRODUCTION

Les afficheurs sept segments à DEL Hewlett-Packard peuvent se classer en deux grandes catégories :

- Les afficheurs de grande taille dont chaque segment est constitué par une DEL indépendante. Ces afficheurs à un chiffre sont largement utilisés dans l'industrie.
- Les afficheurs sept segments dits monolithiques parce que chaque chiffre est constitué d'une puce unique au GaAsP sur laquelle sont diffusées plusieurs jonctions. Ce type de produit se caractérise par ses petites dimensions, son faible coût et sa consommation peu élevée. Ces afficheurs comportent en général plusieurs chiffres par boîtier et sont surtout utilisés dans les calculateurs et les instruments alimentés sur piles ou batteries de faible capacité.

Cette note d'applications décrit tout d'abord en détail ces deux types d'afficheurs. Leur construction, la hauteur des caractères et leur domaine d'applications, ainsi que les deux modes de commande, continu et échantillonnage, sont ensuite étudiés, avec les avantages de coût, de consommation et de facilité de montage qu'ils apportent. Ces considérations sont suivies d'exemples d'applications pratiques, compteur, voltmètre numérique et interface avec microprocesseur. Les différentes techniques de commande de ces deux catégories d'afficheurs par microprocesseur sont détaillées par la suite.

La note d'applications analyse ensuite l'homogénéité des affichages tant en ce qui concerne l'intensité lumineuse que la couleur lorsque plusieurs afficheurs sont alignés. Hewlett-Packard a réalisé des études approfondies sur la lisibilité des afficheurs en plein soleil : des recommandations, faites à partir de la théorie de base, permettent d'obtenir le meilleur résultat.

La note se termine sur le montage des afficheurs, leur soudage et leur nettoyage. En complément, différents tableaux répertorient les décodeurs-circuits de commande sept segments, pilotes de chiffres, circuits LSI, etc., ainsi que les connecteurs plats pour circuits imprimés, les filtres optiques utilisables avec ces afficheurs.

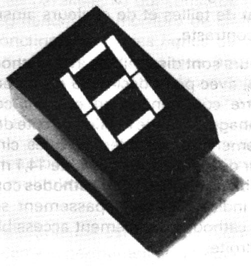


FIGURE 1 - Afficheur 7 segments de grande taille.

AFFICHEURS SEPT SEGMENTS DE GRANDE TAILLE

Ce sont des afficheurs à un seul caractère (figure 1) conçus pour être facilement lisibles. Ils sont particulièrement employés sur les équipements électroniques, les caisses enregistreuses, les balances de pesée, les pendules numériques, les téléviseurs, les appareils électriques. Ils sont disponibles en rouge, rouge haut rendement, jaune et vert. Le rouge est obtenu à partir d'arséniure-phosphure de gallium GaAsP sur substrat GaAsP et le rouge haut rendement ainsi que le jaune, à partir de GaAsp sur substrat de phosphure de gallium (GaP). Le vert est obtenu à partir de GaP sur substrat GaP. Le rendement supérieur du GaP permet d'obtenir les afficheurs rouges haut rendement, jaunes et verts de 3 à 5 fois plus lumineux que les rouges.

La gamme des hauteurs de caractères, comprise entre 7,6 et 20,3 mm, offre un choix de dimensions d'afficheur correspondant parfaitement à l'éloignement de l'observateur que l'on suppose avoir une vision normale (10/10) sous un éclairage ambiant typique (100 à 1000 lux), l'afficheur étant excité en concordance avec les données de la fiche technique. (Voir figure 2).

Hauteur des caractères	Distance de lecture max.
7,6 mm	5 m
10,9 mm	6 m
14,1 mm	7,5 m
20,3 mm	9 m

FIGURE 2 - Distance de lecture des grands afficheurs 7 segments.

Les afficheurs à DEL de grandes dimensions sont construits en dilatant la lumière de la DEL par diffusion et réflexion. Les puces de la DEL sont mécaniquement montées et connectées électriquement sur un support métallique. Une cavité conique réfléchissante est placée au-dessus de chaque DEL, dans un réceptacle rectangulaire en époxy chargée de verre ; le haut de la cavité agrandit l'image des segments. Le boîtier en plastique contenant les cavités des segments constitue l'afficheur. Les afficheurs sept segments de grande dimension offrent un assortiment de tailles et de couleurs ainsi qu'une haute qualité de contraste.

Ces afficheurs sont disponibles avec cathodes ou anodes communes, avec point décimal à droite ou à gauche. Ils peuvent être commandés en courant continu ou par échantillonnage. La faible tension directe des DEL les rend intrinsèquement compatibles avec les circuits intégrés. L'indicateur de dépassement ± 1, de 14,1 mm de hauteur, est disponible avec anodes ou cathodes communes. Tous les autres indicateurs de dépassement sont universels (anodes et cathodes directement accessibles) avec point décimal à droite.

AFFICHEURS MONOLITHIQUES SEPT SEGMENTS

Ce sont des afficheurs à plusieurs caractères, de petite taille, de faible prix et de faible consommation. Leur utilisation concerne particulièrement les machines à calculer de bureau, les instruments de poche, les appareils de mesure, etc. La hauteur des caractères comprise entre 2,5 et 4,4 mm élargit le champ des applications. Les afficheurs de 2,5 mm sont particulièrement destinés aux appareils de poche. Les afficheurs de 4,4 mm sont facilement lisibles à 2 m.

Ces afficheurs diffèrent des autres types d'afficheurs à DEL du fait que chaque segment émetteur de lumière est réalisé en diffusant séparément chaque jonction de DEL sur une puce unique au GaAsP. Ce dernier étant relativement cher, la plupart des afficheurs monolithiques utilisent un procédé d'agrandissement optique pour conserver une faible dimension à la puce.

Ces afficheurs sont classés en deux catégories selon que la lentille est étanche ou non. L'étanchéité est obtenue en montant directement la lentille sur la puce de la DEL alors que les lentilles non étanches et la puce de la DEL sont séparées par une couche d'air. Les puces monolithiques en GaAsP sont fixées directement sur le support métallique (figure 3a). La patte supportant la puce constitue la sortie cathodes communes. La fil de liaison en aluminium correspondant à chaque segment sur la face est ensuite fixé sur le contact d'anode voulu. L'ensemble est entièrement enrobé d'époxy, les lentilles grossissantes sont formées lors du moulage.

Les afficheurs non étanches (figure 3b) sont réalisés en fixant à l'époxy la puce au GaAsP sur une carte de circuits imprimés haute température. Le raccordement électrique de chaque segment à la puce est réalisé par soudure d'un fil sur la piste d'anode correspondante du circuit imprimé. Un ensemble de lentilles moulées par injection est ensuite placé sur les puces puis fixé sur la carte à l'aide de tenons correspondant à des trous calibrés et assurant l'alignement.

Les afficheurs monolithiques Hewlett-Packard ont des cathodes communes car le substrat au GaAsP constitue le matériau dopé et chaque jonction de DEL est formée par diffusion P+. En raison de leur faible résistance dynamique dans le sens passant, le multiplexage à courant crête relativement fort est possible à condition de maintenir la tension directe en dessous de 1,8 V. De longues lignes de caractères peuvent ainsi être échantillonnées.

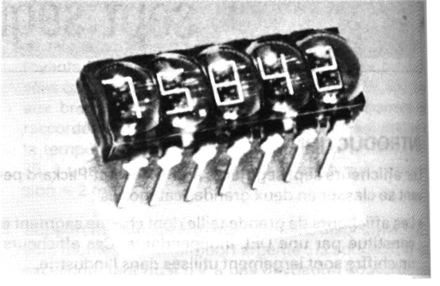


FIGURE 3a - Afficheur monolithique à lentilles étanches.

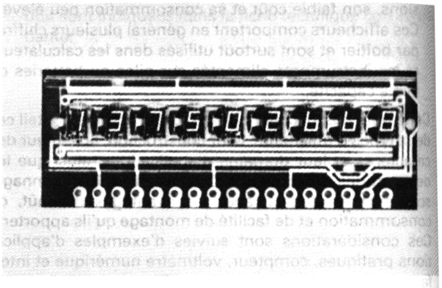


FIGURE 3b - Afficheur monolithique à lentilles non étanches.

TECHNIQUES DE COMMANDE EN COURANT CONTINU (grands afficheurs sept segments uniquement)

Commandés en courant continu, les afficheurs sont constamment illuminés. Cette commande, réalisée à partir d'un décodeur-circuit de commande par caractère, est couramment utilisée sur les affichages courts. Le prix de revient du décodage est plus faible que celui de l'échantillonnage si l'affichage est suffisamment court. Le fait que les circuits n'ont pas à commander de forts courants est un avantage particulier du fonctionnement en courant continu.

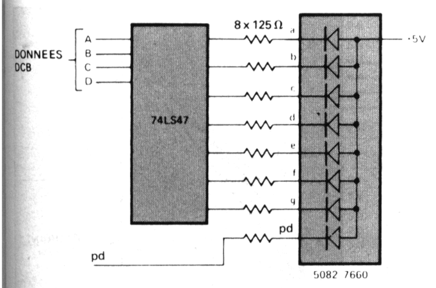


FIGURE 4a - Circuit de commande en cc pour afficheurs à anodes communes 5082-7660.

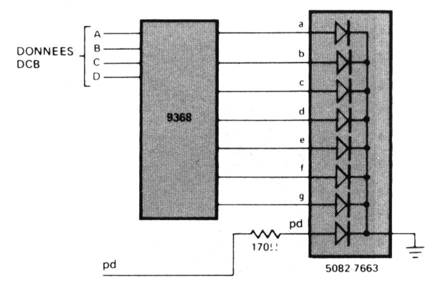


FIGURE 4b - Circuit de commande en cc pour afficheurs à cathodes communes 5082-7663.

La figure 4a illustre le montage d'un afficheur à anodes communes. Le courant, réglé ici à 20 mA par segment, est déterminé par la relation :

$$R = \frac{V_{CC} - V_F - V_0\ (ON)}{I_F} = \frac{5\ V - 2{,}2\ V - 0{,}35\ V}{20\ mA}$$

$$= 125\ \Omega$$

où

- V_{CC} : tension d'alimentation
- V_F : tension directe de la DEL avec le courant préconisé
- V_0 (ON) : tension de sortie du décodeur (74LS74) à l'état actif
- I_F : courant direct désiré (20 mA)

La figure 4b montre le montage correspondant à un afficheur à cathodes communes. Le circuit 9368 Fairchild est un décodeur-circuit de commande possédant des bascules à l'entrée, débitant 15 mA par sortie et permettant l'attaque directe d'afficheurs à DEL à cathodes communes.

TECHNIQUES DE COMMANDE PAR MULTIPLEXAGE

L'usage de circuits de multiplexage partage le temps du décodeur entre les différents caractères de l'affichage. Ces derniers sont connectés aux segments correspondants câblés en parallèle, ce qui constitue un réseau de sept (sept segments) x N (nombre de chiffres de l'affichage). En fonctionnement, les lignes de validation du segment voulu ne sont excitées que pour le chiffre à visualiser. Simultanément, la ligne de validation caractère correspondant à l'emplacement où le chiffre doit apparaître est sélectionnée. L'échantillonnage se poursuit pour que les segments et la ligne de validation du chiffre suivant soient à leur tour excités. La figure 5 donne le schéma du circuit de multiplexage d'un affichage à DEL de cinq chiffres.

La persistance rétinienne est telle que l'observateur perçoit un clignotement permanent si la fréquence d'un événement ne dépasse pas 60 Hz. Le taux de rafraîchissement doit donc être maintenu égal ou supérieur à 100 Hz pour que l'affichage soit permanent et agréable à lire.

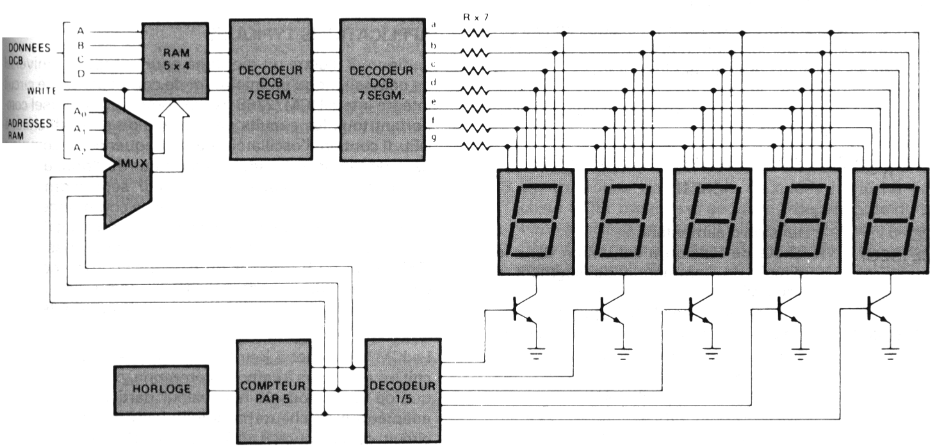


FIGURE 5 - Circuit de multiplexage d'un affichage à DEL de cinq chiffres.

APPLICATIONS

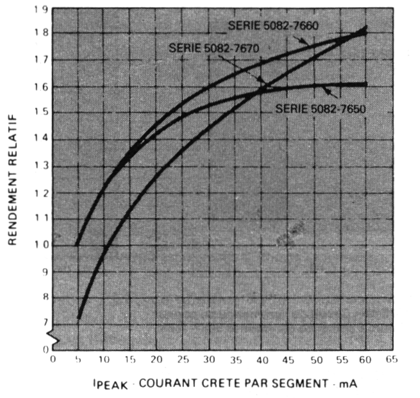


FIGURE 6a - Rendement lumineux relatif (intensité lumineuse par unité de courant) en fonction du courant crête par segment.

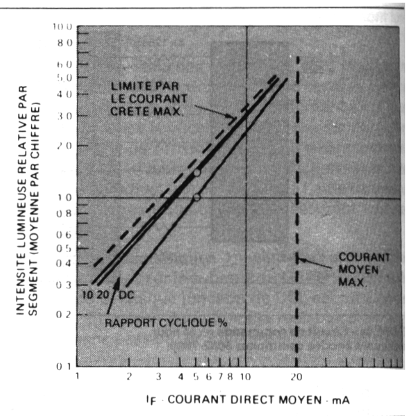


FIGURE 6b - Intensité lumineuse relative par segment en fonction du courant moyen (5082-7650).

Lorsqu'un afficheur est soumis à des vibrations, l'échantillonnage doit être effectué à un rythme cinq fois supérieur à la fréquence des vibrations.

L'échantillonnage, avec un nombre moindre de décodeurs et de circuits de commande, nécessite moins de puissance que la commande en courant continu, pour un afficheur ayant la même intensité lumineuse : en effet, le GaAsP a la propriété d'avoir un rendement lumineux (lumière émise par unité de courant) qui augmente avec le niveau du courant crête (figure 6a). C'est pourquoi à courant moyen constant, l'emploi d'un rapport cyclique plus faible et d'un courant crête plus important améliore l'émission lumineuse, comme le montre la figure 6b. Remarquer que la valeur 1 de l'intensité lumineuse relative (valeur normalisée) est donnée pour un courant direct de 5 mA continus. Alimenté sous 25 mA crête, avec un rapport cyclique de 20 % (comme dans l'échantillonnage d'un afficheur de cinq chiffres) l'intensité lumineuse moyennée en temps augmente de 40 %.

Une résistance est montée en série sur chaque ligne d'alimentation reliant les segments aux circuits décodeurs-commandes normaux pour limiter le courant de DEL. Ceci permet d'équilibrer le courant entre les différents segments. L'équation suivante permet de calculer la résistance en se référant à la figure 7 :

$$R = \frac{V_{CC} - V_{CE\,(SEG)} - V_F - V_{CE\,(CHIFFRE)}}{I_{CRETE}}$$

où

V_{CC} : tension d'alimentation

$V_{CE\,(SEG)}$: chute de tension à saturation dans le circuit de commande de segment à I_{CRETE}

V_F : tension directe de LED à I_{CRETE}

$V_{CE\,(CHIFFRE)}$: chute de tension à saturation dans le circuit de commande de chiffre à $I_{CRETE} \times 8$ (cas le plus favorable lorsque tous les segments sont allumés).

I_{CRETE} : $I_{MOYEN} \times$ nombre de chiffres = courant crête par segment de la DEL ou

$$\frac{I_{MOYEN}}{\text{rapport cyclique}}$$

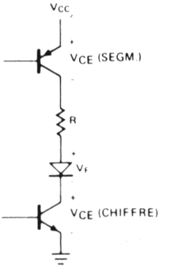
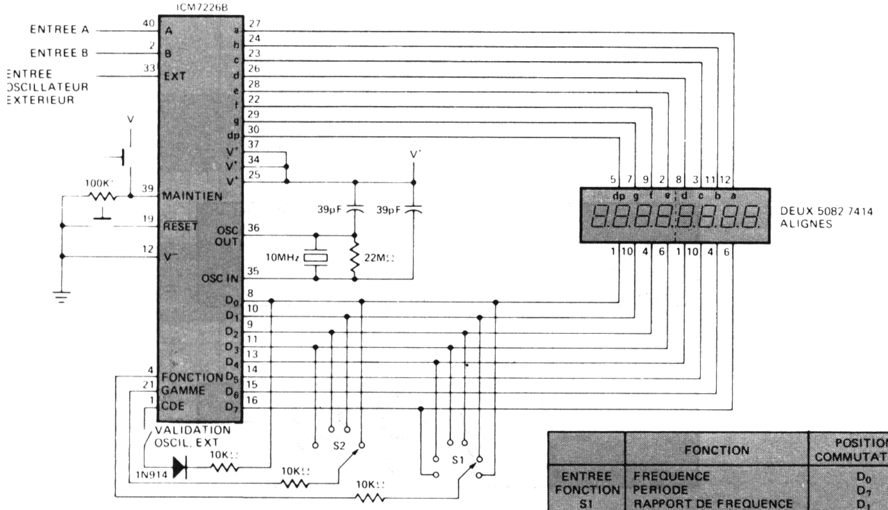


FIGURE 7 - Segment typique.

APPLICATIONS TYPIQUES

La figure 8 illustre un montage pour compteur universel ne nécessitant qu'un minimum de composants. Le circuit intégré Intersil ICM7226B est un compteur universel comportant tous les circuits de commande d'un afficheur à DEL. Il contient l'oscillateur haute fréquence, le compteur base de temps à décade, le compteur de données à huit décades avec bascules, le décodeur sept segments, le multiplexeur de chiffres, les circuits de commande nécessaires à huit segments et huit chiffres permettant l'attaque directe des DEL monolithiques. L'utilisation des circuits ICM 7226A ou B (anodes ou cathodes communes) pour commander de grands afficheurs demande une très grande attention du fait des courants importants nécessaires à la lisibilité de ces afficheurs.

Le ICM7226B met à jour l'information segment et rafraîchit les afficheurs à cathode commune, avec rapport cyclique de 12 %, sous 15 mA, valeur particulièrement bien adaptée aux afficheurs monolithiques à sept segments. Le circuit de la figure 8 utilise deux afficheurs 5082-7414 comme organe de visualisation du compteur. Un dispositif normal fournira une intensité lumineuse moyennée en temps de 30 μcd permettant ainsi une excellente lisibilité.



Notes :
PARAMETRES TYPIQUE DU QUARTZ
$C_L = 22$ pF
$R_S < 35\ \Omega$

	FONCTION	POSITION COMMUTATEUR
ENTREE FONCTION S1	FREQUENCE	D_0
	PERIODE	D_7
	RAPPORT DE FREQUENCE	D_1
	INTERVALLES DE TEMPS	D_4
	COMPTEUR UNITE	D_3
	FREQUENCE OSCILLATEUR	D_2
ENTREE GAMME S2	0,01 s/1 CYCLE	D_0
	0,1 s/10 CYCLES	D_1
	1 s/100 CYCLES	D_2
	10 s/ 1 kCYCLES	D_3

FIGURE 8 - Compteur universel 10 MHz.

L'emploi de ce compteur universel intégré très complexe et d'un afficheur monolithique très compact permet de réaliser un appareil de poche très puissant.

La figure 9 illustre un circuit permettant de réaliser l'afficheur à 3 1/2 chiffres d'un appareil de mesure sur panneau hautes performances et de faible consommation. Le montage utilise le convertisseur analogique-numérique Intersil ICL7107 (CMOS), sept composants passifs et quatre grands afficheurs sept segments. Tous les autres dispositifs nécessaires, c'est-à-dire les décodeurs sept segments, les circuits de commande d'affichage, la tension de référence et l'horloge, sont compris dans le circuit ICL7107.

Le ICL7107 assure la commande en continu de trois afficheurs sept segments et d'un indicateur de dépassement sous un courant direct de 8 mA continus par segment. L'information segment est décodée et mise à jour de façon permanente par la logique de commande du circuit. Les afficheurs rouges 5082-7736 et -7740 dont la hauteur des chiffres est de 7,6 mm conviennent parfaitement à ce dispositif à faible coût d'affichage numérique sur panneau. Pour obtenir une plus forte luminosité, il est possible de les remplacer par des afficheurs similaires rouges haut rendement, jaunes ou verts.

INTERFACE MICROPROCESSEUR-AFFICHEURS

Il existe quatre systèmes d'interface entre un microprocesseur et un afficheur sept segments :

1. Un contrôleur commandé en continu pilote statiquement un afficheur sept segments à DEL à partir du port de sortie d'un microprocesseur. En configuration standard, chaque afficheur possède sa propre adresse de façon à ce qu'une écriture mémoire ou entrée-sortie (I/O Write) à cette adresse modifie le contenu du chiffre correspondant de l'affichage.
2. Un contrôleur de rafraîchissement connecte le microprocesseur à un afficheur à DEL multiplexé. Le contrôleur interrompt périodiquement le microprocesseur qui, après chaque interruption, fournit de nouvelles données d'affichage pour le cycle de rafraîchissement suivant.
3. Un contrôleur de données décodées rafraîchit l'afficheur à DEL multiplexé de façon indépendante du système à microprocesseur. La RAM locale stocke les données d'affichage décodées. Ces données sont constamment lues sur la RAM puis utilisées pour rafraîchir l'affichage. Chaque fois que le message d'affichage est modifié, le microprocesseur décode chaque caractère du logiciel et écrit les données décodées sur la RAM locale.
4. Un contrôleur de données codées rafraîchit, lui aussi, l'affichage à DEL multiplexé indépendamment du microprocesseur. La RAM locale mémorise les données DCB qui sont en permanence lues, décodées puis utilisées pour rafraîchir l'affichage. Le message d'affichage est modifié en écrivant de nouveaux caractères DCB sur la RAM.

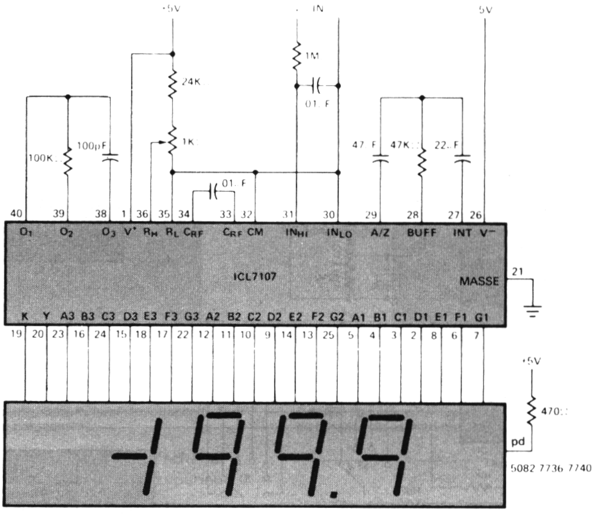
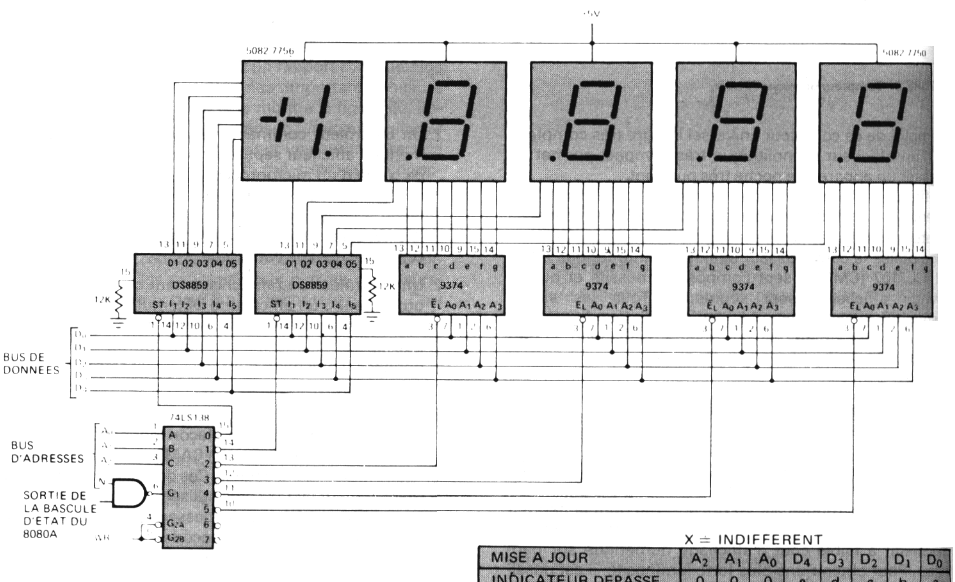


FIGURE 9 - Voltmètre 3 1/2 chiffres.



MISE A JOUR	A_2	A_1	A_0	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
INDICATEUR DEPASSE	0	0	0	e	d	c	b	a
POINT DECIMAL	0	0	1	pd5	pd4	pd3	pd2	pd1
CHIFFRE 1	0	1	0	X	D	C	B	A
CHIFFRE 2	0	1	1	X	D	C	B	A
CHIFFRE 3	1	0	0	X	D	C	B	A
CHIFFRE 4	1	0	1	X	D	C	B	A

FIGURE 10 - Contrôleur commandé en continu.

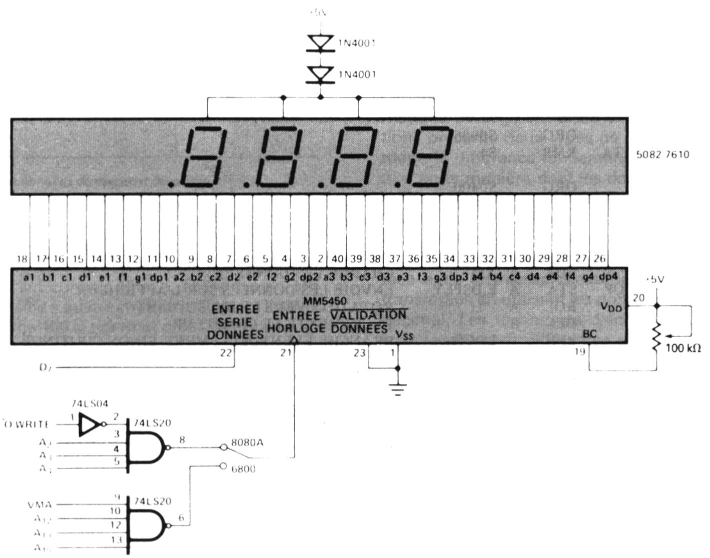


FIGURE 11 - Contrôleur commandé en continu avec interface données séries pour 6800 ou 8080A.

CONTROLEURS COMMANDES EN CONTINU

Chaque afficheur à sept segments nécessite un décodeur-circuit de commande sept segments ou une bascule lorsque l'affichage est piloté en courant continu. La figure 10 donne un exemple d'interface entre un afficheur sept segments et un microprocesseur. On y voit que chaque segment est attaqué par son propre circuit de commande. Les sorties du circuit 9374 Fairchild drainent un courant de 15 mA continus permettant d'attaquer chaque segment de DEL. Le point décimal et l'indicateur de dépassement sont commandés par deux circuits National DS8859. Les sorties de ces registres à six bascules drainent un courant programmable. Le microprocesseur Intel 8080A met chaque afficheur à jour sur une instruction OUTput qui peut accéder à 256 ports ou dispositifs de sortie.

Les cinq bits les plus faibles de l'accumulateur sont chargés dans le DS8859 associé à l'indicateur de dépassement lorsque l'instruction OUTput est exécutée. Le point décimal est ensuite mis à jour de la même manière. Les quatre décodeurs-circuits de commande sont enfin chargés successivement avec l'information DCB correcte.

La figure 11 donne le schéma d'un contrôleur commandé en courant continu, utilisant l'amplificateur de commande de DEL, National MM5450. Ce registre à décalage SIPO à 34 sorties pouvant drainer chacune jusqu'à 15 mA, est conçu pour attaquer des afficheurs à anodes communes avec un minimum de câblage. Les données série sont transférées de la source de données, ici le microprocesseur, vers l'afficheur à l'aide de deux signaux, SERIAL DATA (données série) et CLOCK (horloge). L'utilisation d'un format constitué d'un bit «1» de tête suivi de 35 bits de données, permet de transférer les données sans autre signal de dialogue. Les 35 bits sont verrouillés jusqu'au 36e bit, ce qui permet la commande directe d'afficheurs sept segments sans multiplexage.

Les figures 12a et 12b fournissent le logiciel nécessaire à l'interface entre le MM5450 et les microprocesseurs 6800 et 8080A. Les données série d'affichage sont transférées sur le microprocesseur à l'aide du bit 7 du bus de données. Elles sont synchronisées chaque fois que le microprocesseur enregistre sur le MM5450, ce qui est réalisé dans le cas du 8080A par le signal I/O WRITE (écriture entrée-sortie) et une combinaison des adresses de plus faible poids. Le 6800 réalise cette procédure à l'aide du signal VMA (adresse mémoire valide) et une combinaison des bits d'adresses les plus forts. Les données du segment décodé sont supposées stockées en quatre octets de mémoire consécutifs débutant à l'emplacement $0006. Le format des données des segments décodés pour toutes les interfaces avec microprocesseur est donné figure 13.

Le logiciel envoie tout d'abord le bit de départ au MM5450. L'information segment du premier chiffre est ensuite pointée sur le MM5450, puis permutée circulairement huit fois vers la gauche, les données étant introduites dans l'afficheur après chaque décalage. Cette séquence se répète pour chaque chiffre fournissant ainsi 33 impulsions d'horloge (le bit de départ plus les 4 × 8 bits de segment). Un jeu complet de 36 impulsions doit apparaître pour que les données de segment soient verrouillées dans l'afficheur, c'est pourquoi sont émis en fin de programme, trois signaux d'horloge «fictifs», (terme employé car la donnée introduite dans le MM5450 n'apparaît jamais sur l'afficheur sept segments).

```
              B0  00  DSPLY  EQU        SB000

0006                         ORG        S0006
0006                  DATA   RMB        S4

0400                         ORG        S0400
0400   CE  00  06     LOAD   LDX        I,DATA
0403   86  80                LDA     A  I,S80       CHARGE LE BIT DE DEPART
0405   B7  B0  00            STA     A  E,DSPLY     EMET LE BIT DE DEPART
0408   C6  08         START  LDA     B  I,8         INITIALISE LE COMPTEUR
040A   A6  00                LDA     A  X,0         CHARGE LES DONNEES
040C   B7  B0  00     LOOP   STA     A  E,DSPLY     ENVOIE LES DONNEES SUR L'AFFICHEUR
040F   49                    ROL     A              ROTATION VERS LE BIT SUIVANT
0410   5A                    DEC     B              DECREMENTE LE COMPTEUR
0411   26  F9                BNE        LOOP        BRANCHE EVENTUELLEMENT, SINON CONTINUE
0413   08                    INX
0414   8C  00  04            CPX        I,S04       DERNIER MOT ?
0417   26  EF                BNE        START       BRANCHE SI CE N'EST PAS LE DERNIER MOT, SINON CONTINUE
0419   B7  B0  00            STA     A  E,DSPLY     HORLOGE FICTIVE 1
041C   B7  B0  00            STA     A  E,DSPLY     HORLOGE FICTIVE 2
041F   B7  B0  00            STA     A  E,DSPLY     HORLOGE FICTIVE 3, DONNEES SEGMENT MEMORISEES
0422   39                    RST
```

FIGURE 12a - Interface 6800 - Contrôleur à courant continu de la figure 11.

```
E000                  DSPLY  EQU        001CH

E000                         ORG        0E006H
E006                  DATA   DS         4

E004                         ORG        0E400H
E400   3E  80         LOAD   MVI        A,80H       CHARGE LE BIT DE DEPART
E402   D3  IC                OUT        DSPLY       EMET LE BIT DE DEPART
E404   21  06  E0            LXI        H,DATA      SAISIT L'ADRESSE DE LA DONNEE SEGMENT
E407   06  08         START  MVI        B,08H       INITIALISE LE COMPTEUR
E409   7E                    MOV        A,M         CHARGE LES DONNEES SEGMENT
E40A   D3  IC         LOOP   OUT        DSPLY       ENVOIE LES DONNEES SEGMENT SUR L'AFFICHEUR
E400   07                    RLC                    ROTATION VERS LE BIT SUIVANT
E40D   05                    DCR        B           DECREMENTE LE COMPTEUR
E40E   02  0A  E4            JNZ        LOOP        BRANCHE EVENTUELLEMENT, SINON CONTINUE
E411   2C                    INR     L
E412   7D                    MOV        A,L
E413   FE  0A                CPI        0AH         DERNIER MOT ?
E415   C2  07  E4            JNZ        START       BRANCHE SI CE N'EST PAS LE DERNIER MOT, SINON CONTINUE
E418   D3  IC                OUT        DSPLY       HORLOGE FICTIVE 1
E419   D3  IC                OUT        DSPLY       HORLOGE FICTIVE 2
E41C   D3  IC                OUT        DSPLY       HORLOGE FICTIVE 3, DONNEES SEGMENT MEMORISEES
E41E   C9                    RET
```

FIGURE 12b - Interface 8080A - Contrôleur à courant continu de la figure 11.

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
a	b	c	d	e	f	g	dp

FIGURE 13 - Format des données de segment décodées.

L'afficheur 5082-7610 rouge haut rendement avec une hauteur de caractères de 7,6 mm utilisé figure 11 est commandé sous courant continu 15 mA, et fournit un affichage de grande taille à quatre chiffres facilement lisibles. Le potentiomètre de 100 kΩ permet d'obtenir un courant de référence et de faire varier l'intensité lumineuse en fonction de l'éclairage ambiant.

CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT

Le contrôleur de rafraîchissement utilise un microprocesseur pour échantillonner l'afficheur. L'échantillonnage est réalisé à l'aide d'une interruption obligeant le microprocesseur à assurer la gestion du sous-programme de rafraîchissement. Ce dernier fournit alors les nouvelles informations de segment et de chiffre. Cette note d'applications présente deux types de contrôleur de rafraîchissement, la différence fondamentale entre les deux consistant en la manière dont les données sont transférées du microprocesseur au contrôleur. Le premier type (figure 14) nécessite huit lignes de données pour transmettre l'information décodée de segment et de point décimal. Le second (figure 15) n'a besoin que de cinq lignes d'interface avec le microprocesseur. Les données sont alors transférées en utilisant les données DCB et le bit du point décimal. Les techniques d'échantillonnage des chiffres sont légèrement différentes selon la longueur de l'affichage.

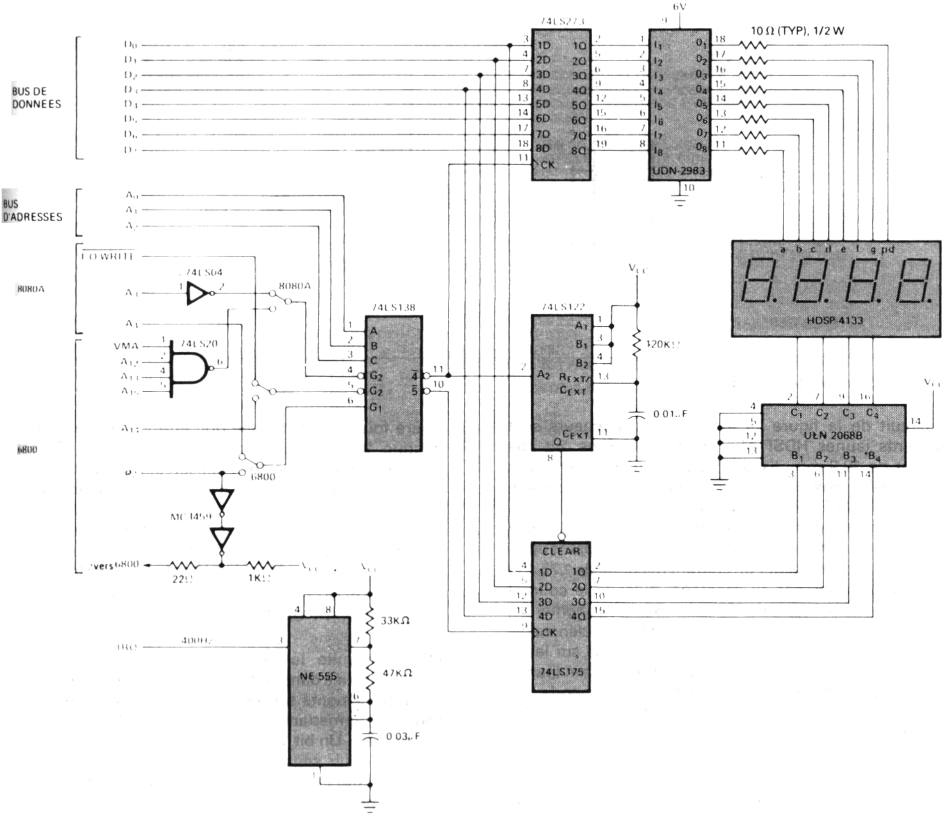


FIGURE 14 - Contrôleur de rafraîchissement pour afficheurs lisibles au soleil.

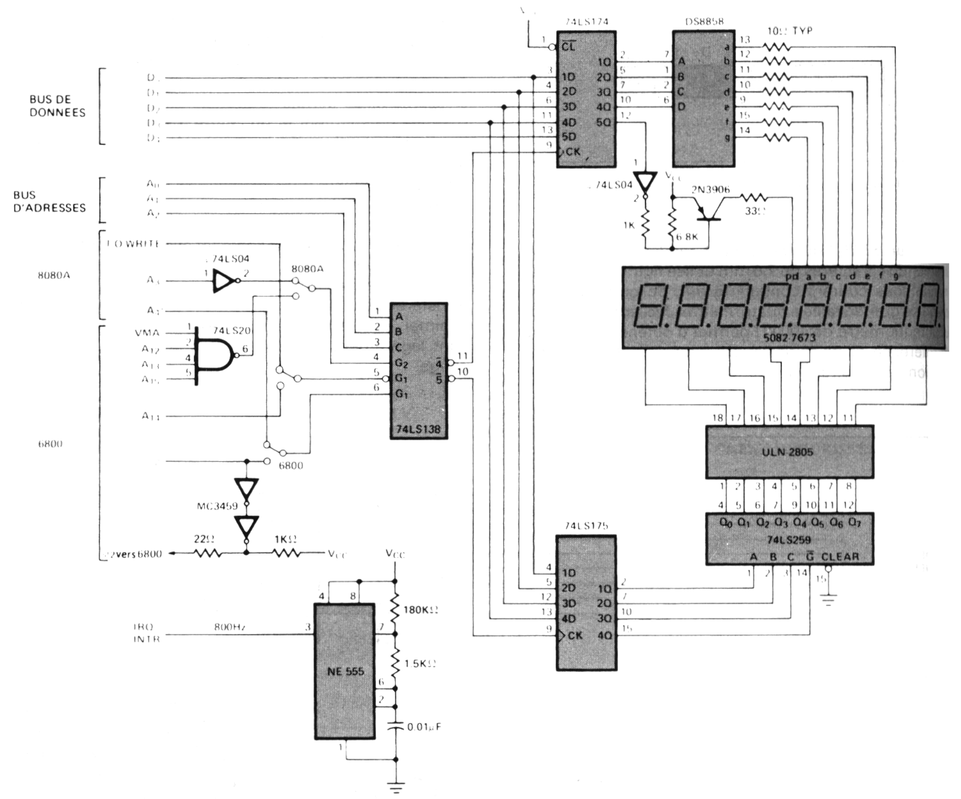


FIGURE 15 - Contrôleur de rafraîchissement.

Le circuit de la figure 14 emploie des afficheurs sept segments jaunes HDSP-4133 dont les chiffres ont une hauteur de 10,9 mm. Ils sont lisibles au soleil lorsqu'ils sont utilisés dans des conditions proches du maximum indiqué dans la fiche technique, ce qui est le cas figure 14. Le circuit de commande de segments Sprague ULN-2068B fournit un courant de 120 mA crête avec un rapport cyclique de 1/4. Il peut drainer un courant maximal de 1,75 A et convient parfaitement au montage, puisque le courant maximal nécessaire est de 120 mA × 8 (nb. de segments), soit environ 1 A. La bascule monostable redéclenchable 74LS122 détecte l'activité de l'échantillonnage sur les lignes segment. Si l'échantillonnage cesse soudain (panne du microprocesseur, etc.), le circuit de commande des chiffres s'arrête immédiatement, pour protéger les segments alors alimentés sous 120 mA continus.

Les figures 16a et 16b reproduisent les programmes nécessaires à l'interface entre le contrôleur de rafraîchissement de la figure 14 et les microprocesseurs 6800 et 8080A. Chacun comprend deux sous-programmes. Le premier LOAD (chargement) est appelé par le programme principal de l'utilisateur. LOAD doit être appelé la première fois qu'une donnée doit être visualisée et ensuite chaque fois qu'une donnée est nécessaire. Ce sous-programme suppose que l'utilisateur a stocké trois octets consécutifs de données DCB et l'information du point décimal aux emplacements WORD 1, WORD 2 et DP (mot 1, mot 2 et point décimal). Le sous-programme décondense les données codées stockées à ces adresses, les décode en données segment et les mémorise en DD1, DD2, DD3 et DD4. La figure 16c reproduit les effets graphiques du sous-programme LOAD.

LOAD consulte la table de recherche des données segment située dans la ROM. Cette table est constituée de 16 emplacements successifs contenant les informations segment permettant l'affichage des nombres 0 à 9 et des lettres A à F. Un bit 1 correspond à un segment allumé et un bit 0 à un segment éteint. Tous les bits de points décimaux ont été programmés en logique 0 dans la table. Le sous-programme n'autorise qu'un seul point décimal par ligne d'affichage. Le code débutant avec l'étiquette DCPT (point décimal) détermine l'emplacement du chiffre auquel sera affecté le point décimal et passera le bit du

```
      BF  04         SEG    EQU     SBF04
      BF  05         DIG    EQU     SBF05
0000                 POINT  RMB     2
0002                 DIGIT  RMB     1
0003                 WORD1  RMB     1
004                  WORD2  RMB     1
0005                 DP     RMB     1
0006                 DD1    RMB     1
0007                 DD2    RMB     1
0008                 DD3    RMB     1

0400                        ORG       S0400
0400  CE  06  00     LOAD   LDX       I,S0600
0403  DF  00                STX       D,POINT     INITIALISE LE POINTEUR
0405  86  01                LDA    A  I,S01
0407  97  02                STA    A  D,DIGIT     INITIALISE LE CHIFFRE
0409  96  03                LDA    A  D,WORD1     CHARGE DEUX MOTS DCB
040B  16                    TAB                   REALISE UNE COPIE
040C  54                    LSR    B              JUSTIFIE DCB1 A DROITE
040D  54                    LSR    B
040E  54                    LSR    B
040F  54                    LSR    B
0410  D7  01                STA    B  D,POINT + 1
0412  DE  00                LDX       D,POINT     POINTE LES DONNEES SEGMENT DU 1er CHIFFRE
0414  E6  00                LDA    B  X,0         CHARGE LES DONNEES SEGMENT DU 1er CHIFFRE
0416  D7  06                STA    B  D,DD1       MEMORISE LES DONNEES SEGMENT DU 1er CHIFFRE
0418  84  0F                AND    A  I,S0F       MASQUE DCB2 RESTANT
041A  97  01                STA    A  D,POINT + 1
041C  DE  00                LDX       D,POINT     POINTE LES DONNEES SEGMENT DU 2e CHIFFRE
041E  A6  00                LDA    A  X,0         CHARGE LES DONNEES SEGMENT DU 2e CHIFFRE
0420  97  07                STA    A  D,DD2       MEMORISE LES DONNEES SEGMENT DU 2e CHIFFRE
0422  96  04                LDA    A  D,WORD2     CHARGE LES DEUX MOTS DCB SUIVANTS
0424  16                    TAB                   REALISE UNE COPIE
0425  54                    LSR    B              JUSTIFIE DCB3 A DROITE
0426  54                    LSR    B
0427  54                    LSR    B
0428  54                    LSR    B
0429  D7  01                STA    B  D,POINT + 1
042B  DE  00                LDX       D,POINT     POINTE LES DONNEES SEGMENT DU 3e CHIFFRE
042D  E6  00                LDA    B  X,0         CHARGE LES DONNEES SEGMENT DU 3e CHIFFRE
042F  D7  08                STA    B  D,DD3       MEMORISE LES DONNEES SEGMENT DU 3e CHIFFRE
0431  84  0F                AND    A  I,S0F       MASQUE DCB4 RESTANT
0433  97  01                STA    A  D,POINT + 1
0435  DE  00                LDS       D,POINT     POINTE LES DONNEES SEGMENT DU 4e CHIFFRE
0437  A6  00                LDA    A  X,0         CHARGE LES DONNEES SEGMENT DU 4e CHIFFRE
0439  97  09                STA    A  D,DD4       MEMORISE LES DONNEES SEGMENT DU 4e CHIFFRE
043B  96  05         DCPT   LDA    A  D,DDP       CHARGE LE CHIFFRE AFFECTE DU POINT DECIMAL
043D  CE  00  00            LDX       I,S0000     EFFACE LE REGISTRE D'INDEX
0440  08             INCR   INX
0441  4A                    DEC    A
0442  26  FC                BNE       INCR        LA BOUCLE TRANSFERE DONNEES P.D. SUR LE REGISTRE D'INDEX
0444  A6  05                LDA    A  X,DP        CHARGE LES DONNEES SEGMENT NECESSITANT LE POINT DECIMAL
0446  8B  01                ADD    A  I,S01       LUI AJOUTE LE POINT DECIMAL
0448  A7  05                STA    A  X,DP        LE STOCKE
044A  39                    RTS

044B  0F             RFRSH  SEI                   INVALIDE LES INTERRUPTIONS PENDANT LE RAFRAICHISSEMENT
044C  D6  02                LDA    B  D,DIGIT     RECHERCHE LE CHIFFRE
044E  C1  01                CMP    B  I,S01       EST-CE LE 1er CHIFFRE ?
0450  26  05                BNE       NFST        BRANCHE SI CE N'EST PAS LE 1er CHIFFRE, SINON CONTINUE
0452  CE  00  06            LDX       I,S0006
0455  DF  00                STX       D,POINT     INITIALISE LE POINTEUR SUR DD1
0457  86  00         NFST   LDA    A  I,S00       EFFACE A
049   B7  BF  05            STA    A  E,DIG       EFFACE L'AFFICHAGE
045C  DE  00                LDX       D,POINT     POINTE VERS LES DONNEES SEGMENT
045E  A6  00                LDA    A  X,0         CHARGE LES DONNEES SEGMENT
0460  B7  BF  04            STA    A  E,SEG.      FOURNIT LES DONNEES SEGMENT A L'AFFICHAGE
0463  F7  BF  05            STA    B  E,DIG       FOURNIT LES DONNEES CHIFFRE A L'AFFICHEUR
0466  C1  08                CMP    B  I,S08       EST-CE LE DERNIER CHIFFRE ?
0468  27  08                BEQ       LOOP1       BRANCHE SI C'EST LE DERNIER CHIFFRE, SINON CONTINUE
046A  78  00  02            ASL       E,DIGIT     PASSE AU CHIFFRE SUIVANT
046D  7C  00  01            INC       E,POINT + 1 POINTE SUR LES DONNEES SEGMENT SUIVANTES
0470  0E                    CLI                   RE-VALIDE LES INTERRUPTIONS
0471  3B                    RTI                   RETOUR
0472  86  01         LOOP1  LDA    A  I,S01       RE-INITIALISE LE 1er CHIFFRE
0474  97  02                STA    A  D,DIGIT
0476  0E                    CLI                   RE-VALIDE LES INTERRUPTIONS
0477  3B                    RTI                   RETOUR

0600                        ORG       S0600
0600  FC                    FCB       SFC         0
0601  60                    FCB       S60         1
0602  DA                    FCB       SDA         2
0603  F2                    FCB       SF2         3
0604  66                    FCB       S66         4
0605  B6                    FCB       SB6         5
0606  3E                    FCB       S3E         6
0607  E0                    FCB       SE0         7
0608  FE                    FCB       SFE         8
0609  E6                    FCB       SE6         9
060A  EE                    FCB       SEE         A
060B  3E                    FCB       S3E         B
060C  9C                    FCB       S9C         C
060D  7A                    FCB       S7A         D
060E  9E                    FCB       S9E         E
060F  BE                    FCB       SBE         F
```

FIGURE 16a - Interface 6800 - Contrôleur de la figure 14.

APPLICATIONS

```
E000                SEG     EQU     001CH
E000                DIG     EQU     001DH

E000                        ORG     0E000H
E000                POINT   DS      2
E002                DIGIT   DS      1
E003                WORD1   DS      1
E004                WORD2   DS      1
E005                DP      DS      1
E006                DD1     DS      1
E007                DD2     DS      1
E008                DD3     DS      1
E009                DD4     DS      1

E00A                        ORG     0E400H
E400  21  00  E6    LOAD    LXI     H,0E600H
E403  22  00  E0            SHLD    POINT       INITIALISE LE POINTEUR
E406  3E  01                MVI     A,01H
E408  32  02  E0            STA     DIGIT       INITIALISE LE CHIFFRE
E40B  3A  03  E0            LDA     WORD1       CHARGE DEUX MOTS DCB (DCB1, DCB2)
E40E  E6  F0                ANI     0F0H        ELIMINE LES 4 BITS DE POIDS FAIBLE
E410  0F                    RRC                 JUSTIFIE DCB1 A DROITE
E411  0F                    RRC
E412  0F                    RRC
E413  0F                    RRC
E414  6F                    MOV     L,A         POINTE LES DONNEES SEGMENT DU 1er CHIFFRE
E415  7E                    MOV     A,M         CHARGE LES DONNEES SEGMENT DU 1er CHIFFRE
E416  32  06  E0            STA     DD1         MEMORISE LES DONNEES SEGMENT DU 1er CHIFFRE
E419  3A  03  E0            LDA     WORD1       CHARGE LES DEUX MEMES MOTS DCB1, DCB2)
E41C  E6  0F                ANI     0FH         ELIMINE LES BITS DE POIDS FORT
E41E  6F                    MOV     L,A         POINTE LES DONNEES SEGMENT DU 2e CHIFFRE
E41F  7E                    MOV     A,M         CHARGE LES DONNEES SEGMENT DU 2e CHIFFRE
E420  32  07  E0            STA     DD2         MEMORISE LES DONNEES SEGMENT DU 2e CHIFFRE
E423  3A  04  E0            LDA     WORD2       CHARGE LES DEUX MOTS DCB SUIVANTS (DCB3, DCB4)
E426  E6  F0                ANI     0F0H        ELIMINE LES BITS DE POIDS FAIBLE
E428  0F                    RRC                 JUSTIFIE DCB3 A DROITE
E429  0F                    RRC
E42A  0F                    RRC
E42B  0F                    RRC
E42C  6F                    MOV     L,A         POINTE LES DONNEES SEGMENT DU 3e CHIFFRE
E42D  7E                    MOV     A,M         CHARGE LES DONNEES SEGMENT DU 3e CHIFFRE
E42E  32  08  E0            STA     DD3         MEMORISE LES DONNEES SEGMENT DU 3e CHIFFRE
E431  3A  04  E0            LDA     WORD2       CHARGE LES DEUX MEMES MOTS DCB, (DCB3, DCB4)
E434  E6  0F                ANI     0FH         ELIMINE LES BITS DE POIDS FORT
E436  6F                    MOV     L,A         POINTE LES DONNEES SEGMENT DU 4e CHIFFRE
E437  7E                    MOV     A,M         CHARGE LES DONNEES SEGMENT DU 4e CHIFFRE
E438  32  09  E0            STA     DD4         MEMORISE LES DONNEES SEGMENT DU 4e CHIFFRE
E43B  3A  05  E0    DCPT    LDA     DP          CHARGE LE CHIFFRE NECESSITANT LE POINT DECIMAL
E43E  01  05  E0            LXI     B,0E005H    POSITIONNE LA PAIRE DE REGISTRE BC COMME POINTEUR
E441  03            INCR    INX     B           LA BOUCLE TRANSFERE LES DONNEES POINT DECIMAL SUR BC
E442  3D                    DCR     A
E443  C2  41  E4            JNZ     INCR
E446  0A                    LDAX    B           CHARGE LES DONNEES SEGMENT NECESSITANT LE POINT DECIMAL
E447  C6  01                ADI     01H         LEUR AJOUTE LE POINT DECIMAL
E449  02                    STAX    B           LES MEMORISE A NOUVEAU
E44A  C9                    RET

E44B  F3            RFRSH   DI                  INVALIDE LES INTERRUPTIONS
E44C  F5                    PUSH    PSW         LES SAUVEGARDE DANS LA PILE
E44D  E5                    PUSH    H
E44E  D5                    PUSH    D
E44F  3A  02  E0            LDA     DIGIT       RECHERCHE LE CHIFFRE
E452  FE  01                CPI     01H         DERNIER CHIFFRE ?
E454  C2  5D  E4            JNZ     NFST        BRANCHE SI CE N'EST PAS LE PREMIER, SINON CONTINUE
E457  21  06  E0            LXI     H,0E006H    RE-INITIALISE LE REGISTRE HL
E45A  22  00  E0            SHLD    POINT       LE POINTEUR POINTE DD1
E45D  3E  00        NFST    MVI     A,00H
E45F  D3  1D                OUT     DIG         EFFACE L'AFFICHAGE
E461  2A  00  E0            LHLD    POINT       LE POINTEUR POINTE LES DONNEES SEGMENT
E464  EB                    XCHG                DECHARGEMENT
E465  1A                    LDAX    D           CHARGE LES DONNEES SEGMENT VIA LA PAIRE DE
E466  EB                    XCHG                DECHARGEMENT
E467  D3  1C                OUT     SEG         FOURNIT LES DONNEES SEGMENT A L'AFFICHAGE
E469  3A  02  E0            LDA     DIGIT       CHARGE LES DONNEES CHIFFRE
E46C  D3  1D                OUT     DIG         FOURNIT LES DONNEES CHIFFRE A L'AFFICHEUR
E46E  FE  08                CPI     08H         DERNIER CHIFFRE ?
E470  CA  E4  80            JZ      LOOP1       BRANCHE SI C'EST LE DERNIER CHIFFRE, SINON CONTINUE
E473  07                    RLC                 PERMUTE SUR LE CHIFFRE SUIVANT
E474  32  02  E0            STA     DIGIT       MEMORISE POUR LE CHIFFRE SUIVANT
E477  23                    INX     H           INCREMENTE
E478  22  00  E0    LOOP2   SHLD    POINT       LE POINTEUR POINTE LES DONNEES SEGMENT SUIVANTES
E47B  D1                    POP     D           LES SAUVEGARDE
E47C  E1                    POP     H
E47D  F1                    POP     PSW
E47E  FB                    EI                  VALIDE LES INTERRUPTIONS
E47F  C9                    RET                 RETOUR
E480  3F  01        LOOP1   MVI     A,0:H
E482  32  02  E0            STA     DIGIT       LE CHIFFRE POINTE LE 1er CHIFFRE
E485  C3  78  E4            JMP     LOOP2

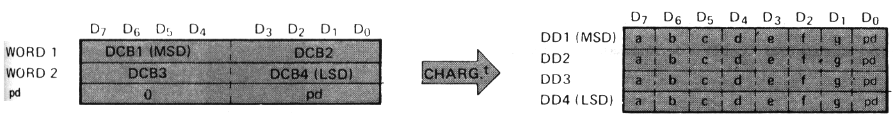
                            ORG     0E600
E600  FC                    DB      0FCH        0
E601  60                    DB      060H        1
E602  DA                    DB      0DAH        2
E603  F2                    DB      0F2H        3
E604  66                    DB      066H        4
E605  B6                    DB      0B6H        5
E606  3E                    DB      03EH        6
E607  E0                    DB      0E0H        7
E608  FE                    DB      0FEH        8
E609  E6                    DB      0E6H        9
E60A  EE                    DB      0EEH        A
E60B  3E                    DB      03EH        B
E60C  9C                    DB      09CH        C
E60D  7A                    DB      07AH        D
E60E  9E                    DB      09EH        E
E60F  8E                    DB      08EH        F
```

FIGURE 16b - Interface 8080A - Contrôleur de rafraîchissement de la figure 14.

point décimal en logique 1. Le sous-programme est terminé et renvoie au programme principal.

Le temporisateur intégré 555 fournit une interruption qui engage le microprocesseur à gérer le sous-programme RFRSH (rafraîchissement). Il utilise le registre POINT (pointeur) pour localiser l'information segment (DD1, DD2, DD3 et DD4) qui doit être envoyée sur l'afficheur. L'étiquette SEG (segment) correspond à l'adresse à laquelle la donnée segment doit être écrite. L'étiquette DIG (chiffre) identifie de manière similaire l'adresse où la donnée chiffre doit être écrite. RFRSH (rafraîchissement) met à jour l'affichage en commençant par éteindre tous les segments, pour éliminer le phénomène appelé «fantôme», où les segments restent partiellement allumés. L'information segment est ensuite introduite dans la bascule octale 74LS273 et l'information chiffre dans le registre à quatre bascules 74LS175. La commande est alors renvoyée au programme principal. Ce processus se répète avec les informations de segment correctes pour chacun des autres chiffres. Avec les filtres optiques appropriés, le circuit de la figure 12 commandé par un programme 6800 ou 8080A permet un excellent affichage facilement lisible en plein soleil.

Le circuit du contrôleur de rafraîchissement de la figure 15 est très proche de celui de la figure 14, aux quelques différences suivantes près : le contrôleur emploie un décodeur-circuit de commande DCB-sept segments National DS8858, ce qui permet d'écrire les données DCB sur le contrôleur de rafraîchissement sans utiliser de sous-programme LOAD. L'encombrement de la RAM et le temps de fonctionnement du microprocesseur sont donc réduits. Le logiciel d'interface de ce montage, avec un microprocesseur 6800 ou 8080A fait l'objet des figures 17a et 17b. Ce montage est constitué d'afficheurs de grandes dimensions 5082-7673 de couleur verte (cathodes communes).



(WORD 1, WORD 2 ET pd SONT DES EMPLACEMENTS DE RAM CONSECUTIFS)

(DD1, DD2, DD3 ET DD4 SONT DES EMPLACEMENTS DE RAM CONSECUTIFS)

MSD = CHIFFRE LE PLUS SIGNIFICATIF
LSD = CHIFFRE LE MOINS SIGNIFICATIF

FIGURE 16c - Sous-programme chargement (LOAD).

```
        BF  04      SEG     EQU       SBF04
        BF  05      DIG     EQU       SBF04
0000                POINT   RMB       2
0002                DIGIT   RMB       1
0003                DATA    RMB       8

0400                        ORG       S0400
0400    CE  00  03  INT     LDX       I,S0003
0403    DF  00              STX       D,POINT      INITIALISE LE POINTEUR
0405    7F  00  02          CLR       E,DIGIT      INITIALISE LE CHIFFRE
0408    0F          RFRSH   SEI                    INVALIDE LES INTERRUPTIONS
0409    DE  00              LDX       D,POINT      OBTIENT LE POINTEUR
040B    E6  00              LDA   B   X,0
040D    86  08              LDA   A   I,S08
040F    B7  BF  05          STA   A   E,DIG        EFFACE L'AFFICHAGE
0412    F7  BF  04          STA   B   E,SEG        ENVOIE LES DONNEES SEGMENT A L'AFFICHEUR
0415    96  02              LDA   A   D, DIGIT     OBTIENT LE CHIFFRE
0417    81  07              CMP   A   I,S07
0419    27  0B              BEQ       LOOP1        BRANCHE SI C'EST LE DERNIER CHIFFRE, SINON CONTINUE
041B    7C  00  02          INC       E,DIGIT      PROGRESSE VERS LE CHIFFRE SUIVANT
041E    B7  BF  05          STA   A   E,DIG        ENVOIE LES DONNEES CHIFFRE A L'AFFICHEUR
0421    7C  00  01          INC       E,POINT + 1  LE POINTEUR POINTE LE MOT DCB SUIVANT
0424    0E                  CLI
0425    3B                  RTI
0426    B7  BF  05  LOOP1   STA   A   E,DIG        ENVOIE LES DONNEES CHIFFRE A L'AFFICHEUR
0429    CE  00  03          LDX       I,S0003
042C    DF  00              STX       D,POINT      RE-INITIALISE LE POINTEUR
042E    7F  00  02          CLR       E,DIGIT      RE-INITIALISE LE CHIFFRE
0431    0E                  CLI
0432    3B                  RTI
```

FIGURE 17a - Interface 6800 - Contrôleur de rafraichissement de la figure 15.

```
E000                SEG     EQU     001CH
E000                DIG     EQU     001DH

E000                        ORG     0E000H
E000    03  E0      POINT   DW      DATA
E002                DIGIT   DS      01H
E003                DATA    DS      08H

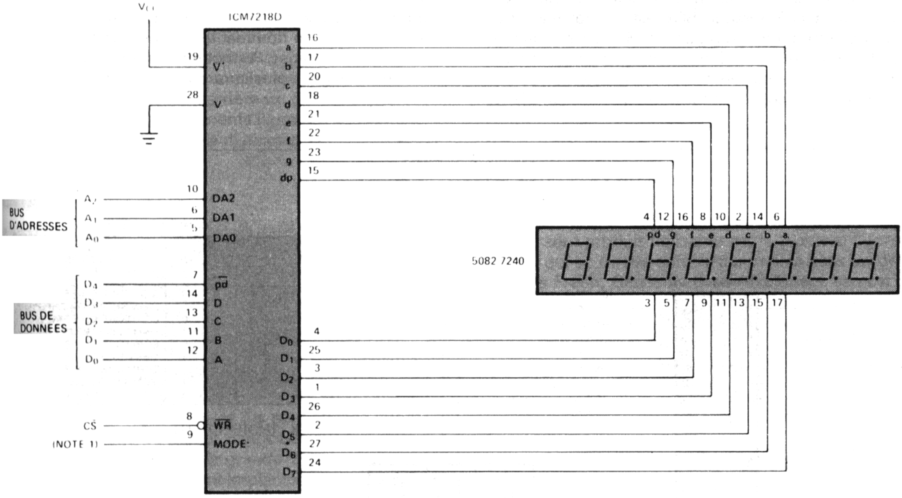
E00B                        ORG     0E400H
E400    21  03  E0  INIT    LXI     H,0E003H
E403    22  00  E0          SHLD    POINT       INITIALISE LE POINTEUR
E406    3E  00              MVI     A,0
E408    32  02  E0          STA     DIGIT       INITIALISE LE CHIFFRE
E40B    F3          RFRSH   DI                  INVALIDE LES INTERRUPTIONS
E40C    F5                  PUSH    PSW         SAUVEGARDE
E40D    E5                  PUSH    H           SAUVEGARDE
E40E    2A  00  E0          LHLD    POINT       OBTIENT LE POINTEUR
E411    3E  08              MVI     A,08H
E413    D3  ID              OUT     DIG         EFFACE L'AFFICHAGE
E415    7E                  MOV     A,M
E416    D3  IC              OUT     SEG         ENVOIE LES DONNEES SEGMENT A L'AFFICHEUR
E418    3A  02  E0          LDA     DIGIT       OBTIENT LE CHIFFRE
E41B    D3  ID              OUT     DIG         ENVOIE LES DONNEES CHIFFRE A L'AFFICHEUR
E41D    FE  07              CPO     07H
E41F    CA  2E  E4          JZ      LOOP1       BRANCHE SI C'EST LE DERNIER, SINON CONTINUE
E422    3C                  INR     A
E423    32  02  E0          STA     DIGIT       PROGRESSE VERS LE CHIFFRE SUIVANT
E426    23                  INX     H
E427    22  00  E0  LOOP2   SHLD    POINT       LE POINTEUR POINTE LE MOT DCB SUIVANT
E42A    E1                  POP     H
E42B    F1                  POP     PSW
E42C    FB                  E1                  VALIDE LES INTERRUPTIONS
E42D    C9                  RET
E42E    3E  00      LOOP1   MVI     A,0
E430    32  02  E0          STA     DIGIT       RE-INITIALISE LE CHIFFRE
E433    21  03  E0          LXI     H,0E003H    RE-INITIALISE LE POINTEUR
E436    C3  27  E4          JMP     LOOP2
```

FIGURE 17b - Interface 8080A - Contrôleur de la figure 15.

CONTROLEUR DE DONNEES CODEES

La figure 18 correspond au schéma d'un contrôleur de données codées destiné à commander un afficheur monolithique de huit chiffres à sept segments par l'intermédiaire du circuit Intersil ICM7218D assurant le stockage des données DCB et le multiplexage de l'afficheur. Il est conçu pour attaquer des afficheurs à DEL à cathodes communes sous 10 mA crête par segment (minimum) avec un rapport cyclique de 12 %.

Le circuit de la figure 18 utilise le ICM7218D pour commander un afficheur monolithique à DEL de huit chiffres 5082-7240. La version à anode commune de ce circuit (ICM7218C) débite un I_{PEAK} WDE 10 mA par segment (minimum). Les huit lignes chiffres du ICM7218D peuvent être mises en parallèle si l'on désire un courant plus important et qu'un affichage de quatre chiffres suffit : dans ce cas, ces derniers sont commandés par un courant correspondant à 2 fois le courant minimal. L'interface microprocesseur-ICM7218D est réalisée au moyen de cinq entrées de données DCB (DCB et pd), trois signes d'adresses chiffres (DA0, DA1 et DA2), une entrée MODE et une entrée $\overline{\text{WRITE}}$. Les données peuvent être écrites dans les huit emplacements de la mémoire statique du ICM7218D par l'intermédiaire d'un code binaire à trois bits envoyé aux entrées adresses du chiffre. Lorsque les lignes d'adresse chiffres sont validées, le front descendant de l'impulsion $\overline{\text{WRITE}}$ commande le transfert des données DCB et du point décimal sur la RAM. Cette méthode d'adressage de la mémoire permet à l'utilisateur de ne mettre les informations d'affichage à jour que si cela est nécessaire.



Note 1 :
MODE EST UNE ENTREE A TROIS ETATS TELLE QU'EN MODE = HAUT, LE 7218 FOURNIT UN DECODAGE HEXADECIMAL, EN MODE FLOTTANT, IL FOURNIT LE DECODAGE DU CODE B ET EN MODE = BAS, IL SUPPRIME L'AFFICHAGE.

FIGURE 18 - Contrôleur de données codées.

CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES

La figure 19 donne le schéma d'un tel contrôleur destiné à commander un afficheur de quatre chiffres à sept segments de 20,3 mm de hauteur. Cet afficheur est directement piloté par un MM74C911 National qui assure le stockage des données de segment multiplexage de l'affichage. Il permet de commander des afficheurs à cathodes communes sous un I_{PEAK} de 100 mA par segment avec un rapport cyclique de 25 %. Ce même circuit est utilisé figure 17 pour commander quatre afficheurs rouges HDSP-3403 de 20,3 mm de hauteur.

L'interface microprocesseur, MM74C911, est réalisée par l'intermédiaire de huit lignes de données (a, b, c, d, e, f, g et dp), de deux entrées adresses K_1 et K_2, de $\overline{\text{CHIP ENABLE}}$ (validation circuit) et de $\overline{\text{WRITE ENABLE}}$ (validation écriture). La donnée segment voulue est écrite dans le registre sélectionné par l'information d'adresse lorsque $\overline{\text{CE}}$ et $\overline{\text{WE}}$ sont à l'état bas. Cette donnée est stockée lorsque $\overline{\text{CE}}$ ou $\overline{\text{WE}}$ repassent à l'état haut. Il n'est pas nécessaire de prévoir un temps de maintien des données.

Un oscillateur interne présente séquentiellement les données stockées à la sortie des circuits de commande qui attaquent directement l'afficheur à DEL. Ces circuits sont actifs lorsque la broche de commande $\overline{\text{SOE}}$ ($\overline{\text{SEGMENT OUTPUT ENABLE}}$: validation sortie segment) est à l'état bas et sont inactifs lorsque $\overline{\text{SOE}}$ est à l'état haut. Ceci permet de commander le rapport cyclique de la luminosité et de régler celle-ci en fonction de l'éclairage ambiant. $\overline{\text{SOE}}$ sert aussi, éventuellement, à mettre les amplificateurs hors service de façon à limiter la consommation d'énergie. Les sorties chiffre attaquant directement la base du transistor chiffre lorsque la broche $\overline{\text{DIO}}$ ($\overline{\text{DIGIT INPUT OUTPUT}}$: entrée-sortie chiffre) est à l'état bas.

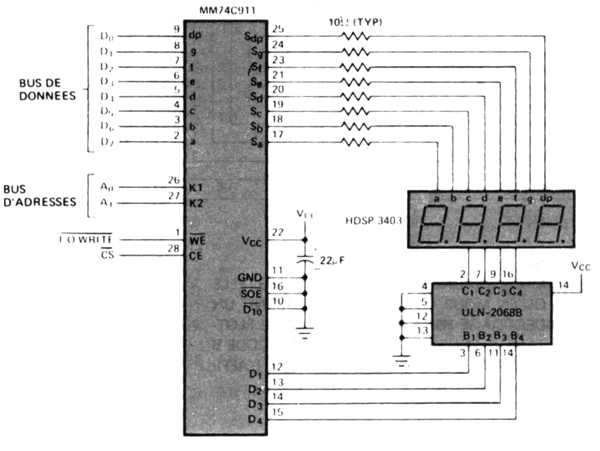
UNIFORMITE DE L'INTENSITE LUMINEUSE

Les afficheurs sept segments Hewlett-Packard sont testés afin que l'intensité lumineuse corresponde à celle indiquée sur les fiches techniques. Tous les afficheurs alignables sont classés en fonction de leur niveau de luminosité. L'œil peut distinguer un rapport d'intensité lumineuse de 2/1 environ : cette valeur sert de base à nos mesures. L'homogénéité est réalisée en accolant deux afficheurs portant la même référence d'intensité lumineuse (une ou deux lettres situées à droite du boîtier).

Les afficheurs sept segments monolithiques sur carte sont équilibrés en intensité lumineuse chiffre par chiffre sur un ensemble donné. Les afficheurs monolithiques, étanches, qui peuvent être alignés sont eux aussi repérés par une lettre située sous le boîtier.

UNIFORMITE DE LA COULEUR

Ce point est à considérer lorsqu'il s'agit d'afficheurs sept segments de grande taille. Le rouge standard et le rouge haut rendement sont des couleurs uniformes et ne posent pas de problème. Par contre, l'œil est beaucoup plus sensible aux différences de couleur du jaune et du vert : c'est pourquoi, ces afficheurs sont classés en fonction de leur longueur d'onde dominante, par un nombre situé sur le côté droit du boîtier. Pour obtenir une couleur homogène, il suffit d'aligner plusieurs boîtiers portant le même numéro.



COMMANDE ENTREE

CE	ADRESSE CHIFFRE		WE	OPERATION
	K_2	K_1		
0	0	0	0	ECRITURE CHIFFRE 1
0	0	0	1	MEMORISATION CHIFFRE 1
0	0	1	0	ECRITURE CHIFFRE 2
0	0	1	1	MEMORISATION CHIFFRE 2
0	1	0	0	ECRITURE CHIFFRE 3
0	1	0	1	MEMORISATION CHIFFRE 3
0	1	1	0	ECRITURE CHIFFRE 4
0	1	1	1	MEMORISATION CHIFFRE 4
1	X	X	X	INVALIDE L'ECRITURE

X : INDIFFERENT

COMMANDE SORTIE

DIO	SOE	LIGNES CHIFF.				OPERATION
		D_4	D_3	D_2	D_1	
0	0	R	R	R	R	RAFRAICHIT L'AFFICHAGE
0	1	R	R	R	R	INVALIDE LES SEGMENTS
1	0	0	0	0	0	LES CHIFF. SONT ENTRES
1	0	0	0	0	1	AFFICHAGE CHIFFRE 1
1	0	0	0	1	0	AFFICHAGE CHIFFRE 2
1	0	0	1	0	0	AFFICHAGE CHIFFRE 3
1	0	1	0	0	0	AFFICHAGE CHIFFRE 4
1	1	0	0	0	0	ECONOMISEUR D'ENERGIE

R : RAFRAICHISSEMENT
(LES LIGNES CHIFFRES REÇOIVENT SEQUENTIELLEMENT DES IMPULSIONS).

FIGURE 19 - Contrôleur de données décodées.

LISIBILITE A LA LUMIERE SOLAIRE

La croissance rapide des équipements électroniques sophistiqués destinés à l'aviation, à l'automobile et à l'armée, a créé un besoin en afficheurs lisibles sous de très forts éclairements (plein soleil, par exemple). En combinant les plus récentes technologies de fabrication des DEL et celles de l'amélioration du contraste, Hewlett-Packard peut maintenant proposer des afficheurs lisibles sous des éclairements directs atteignant 107000 lumens/m² (soleil).

Les séries des grands afficheurs HDSP-3530, -3730, -4030 et -4130 optimisent les paramètres favorisant la lisibilité plein soleil. Ce sont :

a. La couleur des DEL.
b. Le contraste de luminance.
c. Le contraste de chrominance (différence de couleur).
d. Les réflexions sur la surface de l'afficheur.

La puce des afficheurs lisibles en plein soleil est en arséniurephosphure de gallium (GaAsP) sur substrat au phosphure de gallium (GaP). Ces matériaux fournissent la lumière nécessaire lorsqu'ils sont excités par des courants crêtes pouvant atteindre 120 mA. Des puces de DEL fort courant sont utilisées pour obtenir des courants crêtes et moyens importants dans les afficheurs. Les DEL rouges haut rendement et jaunes émettent la plus forte intensité lumineuse pour un courant donné et sont les plus visibles en plein soleil. Le boîtier est gris neutre et les segments incolores pour améliorer la visibilité, la combinaison des contrastes lumineux et de chrominance fournissant le meilleur compromis. Placés derrière un filtre gris neutre de densité 20 à 25 %, les segments illuminés présentent une différence de chrominance distinctement visible sur le fond gris du boîtier.

MONTAGE

Les grands afficheurs sont encastrés dans des boîtiers DIP standard sur support métallique. Les afficheurs 7,6 mm et 10,9 mm comportent des broches sur un entraxe de 2,54 mm avec un écartement entre rangées des 7,6 mm. Cet écartement pour les afficheurs de 20,3 mm et de 1,41 mm est de 15,2 mm. Les sorties sont alignées sur la partie supérieure et inférieure du boîtier et non sur les côtés. Les afficheurs de 14,1 mm et de 20,3 mm se montent aussi bien sur support de CI 24 broches que sur supports en bande de 2,54 par 15,2 mm. Cependant les fils sont alignés sur le dessus et le dessous du boîtier plutôt que sur les côtés. Les afficheurs sept segments de grande taille sont alignables et peuvent être directement implantés sur carte.
Il est possible de les souder à la vague, dans ce cas utiliser de préférence de la soudure Sn60 ou Sn63. Le bain doit être de 245 °C et le temps d'immersion compris entre 1,30 et 2 s. Les afficheurs de 20,3 mm possèdent un ergot surélevant de 1 mm au-dessus de la carte. Les boîtiers des autres afficheurs possèdent des épaulements permettant d'atteindre le même but.

Le raccordement des afficheurs monolithiques non étanches est réalisé soit en soudant les broches dans les trous métallisés en bout de piste, soit en insérant un connecteur encartable standard (Tableau IV). La soudure des dispositifs se fait à une température maximale de 230 °C et ne doit pas dépasser 3 s par broche. Il est dangereux de chauffer à plus de 85 °C toute autre partie du circuit imprimé (fragilité des lentilles). Utiliser une soudure à la résine, un flux neutralisant à basse température et de préférence du fil de connexion rigide.

Les afficheurs monolithiques étanches se montent soit sur supports DIP 12 ou 14 broches, soit directement sur carte. Les broches ont un écartement de 2,54 × 7,62 mm. Pour les souder sur la carte, ne pas dépasser 245 °C à 1,6 mm du plan de base pour une durée maximale de 5 s. Les épaulements des broches sont intentionnellement surélevés pour permettre le montage de l'afficheur en biais par rapport au plan du circuit imprimé. Un angle de 20°, souvent nécessaire sur les appareils de poche ou les calculateurs de bureau, est facilement atteint.

Les afficheurs à DEL comme la plupart des composants électroniques fonctionnent mieux à basse température. Les données thermiques sont très importantes et toutes les méthodes de refroidissement ou de dissipation de chaleur amélioreront le rendement. La température maximale admissible ne doit en aucun cas être dépassée.

Les performances optiques sont optimisées grâce à l'emploi de plastiques spécialement étudiés. Ils sont très sensibles aux solvants de nettoyage et les tests ont démontré que le seul produit utilisable est le trichloro-fluoréthane (F 113) qui se trouve dans le commerce sous les dénominations Fréon, Génésolv D ou Arkalone. L'eau est également utilisée pour le nettoyage des grands afficheurs et des afficheurs monolithiques étanches; elle s'emploie aussi pour nettoyer à la main les afficheurs monolithiques non étanches mais en prenant de grandes précautions pour éviter toute pénétration sous les lentilles.

TABLEAU I - DECODEURS-CIRCUITS DE COMMANDE - 7 SEGMENTS

Référence	Marque*	Sorties	Courant en sortie (mA)	Etat actif en sortie	Particularités
74LS47	TI, Fairchild, National	Collecteur ouvert	24	Bas	Remise automatique au zéro-effacement, essai des DEL, 0 à 9
74LS48	TI, Fairchild, National	Résistance de charge 2 kΩ	6	Haut	
74LS49	TI, National	Collecteur ouvert	8	Haut	
8T04	Signetics		40	Bas	
8T06	Signetics		40	Haut	
9368	Fairchild	Emetteur ouvert	– 19	Haut	Courant constant, bascule, remise automatique au zéro-effacement, 0 à 9, A à F
9370	Fairchild	Collecteur ouvert	40	Bas	Bascule, remise automatique au zéro-effacement, 0 à 9, A à F
9384	Fairchild	Courant miroir	15	Bas	Courant constant, bascule, remise automatique au zéro-effacement, 0 à 9, E, H, C, D
DS8669	National	Collecteur ouvert	25	Bas	2 chiffres (14 sorties), 0 à 9, C, A, P, E, H, J, L, F
MC14511	Motorola	Emetteur bipolaire NPN	– 25	Haut	Bascule, essai des DEL, entrée effacement, 0 à 9
MC14547	Motorola		– 65	Haut	Bascule, entrée effacement, 0 à 9

* Ceci n'est qu'une liste partielle des marques...

TABLEAU II - CIRCUITS DE COMMANDE D'AFFICHAGE

Référence	Marque*	Nb. de circuits	Compatibilité à l'entrée	Courant de sortie (mA)	Particularités
DS8859	National	6	TTL	0-40 (max.)	Courant constant programmable
DS8867	National	8	7V MOS	– 14 (typ.)	Courant constant
DS8877	National	6	MOS, TTL	50 (typ.)	Version faible courant du 75492
DS8874/76/79	National	9	9V MOS	50 (min.)	Entrée série, indicateur d'usure de batterie
ULN-2031/33	Sprague	7	TTL, 5V-15V CMOS	± 80 (max.)	Paire Darlington NPN ou PNP
75497/498	TI	7	MOS, TTL	125 (max.)	
75492	TI, Fairchild Motorola National	6	9 MOS	250 (max.)	Paire Darlington
DS8870	National	6	9V MOS	350 (max.)	
DS8863/8963	National	8	9V MOS	500 (max.)	
ULN-2003A (MC1413)	Sprague, TI Motorola	7	TTL, 5V CMOS	500 (max.)	Série de résistances 2,7 kΩ pour paire Darlington
ULN-2981A	Sprague	8	TTL, 5V CMOS	– 500 (max.)	
ULN-2068B	Sprague	4	TTL, 5V CMOS	1500 (max.)	Etage préamplificateur pour paire Darlington

DECODEURS 1 SUR N

Référence	Marque*	Nb. de circuits	Compatibilité à l'entrée	Courant de sortie (mA)	Particularités
74LS259	TI, Signetics	8	TTL	8 (max.)	Actif haut, 4 modes de fonctionnement
DS8665	National	14	9V MOS	– 20 (max.)	Actif bas, sortie oscillateur
NE590	Signetics	8	TTL	250 (max.)	Actif haut, 4 modes de fonctionnement

* Cette liste ne comprend qu'une partie des marques.

TABLEAU III - CIRCUITS DE COMMANDES D'AFFICHAGE MULTIFONCTIONS

COMPTEURS

Référence	Marque	Fonctions	Conditions de commande
MM74C925/6/7/8	National	Compteur CMOS avec bascule de sortie, oscillateur et circuit de scrutation intégrés	4 chiffres cathodes communes 40 mA crête (typ.) rapport cyclique 1/4
MK50395-9	MOSTEK	**Compteur six décades, décodeur d'affichage ; retenue anticipée, compteur chargeable**	6 chiffres anodes communes, circuits de commande de segments et de chiffres nécessaires
MK5002/517	MOSTEK	Compteur quatre décades bascule décodeur avec effacement du zéro de tête	4 chiffres anodes ou cathodes communes, circuits de commande de segments et de chiffres nécessaires
ICM7217	Intersil	Compteur-décompteur CMOS, registre départ-comptage et de comparaison pré-réglable, commande câblée du microprocesseur, cascadable	4 chiffres cathodes communes (A, C) 12,5 mA crête (typ.), 10 mA crête (min.), rapport cyclique 1/4
ICM7227			4 chiffres anodes communes (B) 40 mA crête (typ.), 25 mA crête (min.), rapport cyclique 1/4
ICM7208	Intersil	Compteur sept décades avec circuit de scrutation, effacement de l'affichage et remise à zéro	7 chiffres cathodes communes 15 mA crête (typ.), rapport cyclique 1/8
ICM7225	Intersil	Compteur-décodeur circuit de commande à grande vitesse (25 MHz typ.)	**4 1/2 chiffres anodes communes 8 mA cc (typ.), 5 mA cc (min.)**
ICM7216	Intersil	Compteur universel, mesure de fréquences, périodes, rapport de fréquence, intervalles de temps, unités	8 chiffres anodes communes (A, C) 35 mA crête (typ.), 25 mA crête (min.), rapport cyclique 1/8
ICM7226			8 chiffres cathodes communes (B, D) 15 mA crête (typ.), 10 mA crête (min.), rapport cyclique 1/8
ZN1040E	Ferranti Packard	Compteur-décompteur synchrone universel avec stockages déposés, retenue anticipée, oscillateur interne et circuit de scrutation	4 chiffres anodes ou cathodes communes 80 mA crête (typ.), 50 mA crête (min.), rapport cyclique 1/4

CONTROLEURS D'AFFICHAGE

Référence	Marque	Fonctions	Conditions de commande
8279 8279-5	Intel	Interface clavier-écran programmable, clavier à scrutation, mode matricé, mode entrée multiplexée, mode d'entrée droite ou gauche ?	16 chiffres anodes ou cathodes communes, circuits de commande de segments et de chiffres nécessaires
MM74C912 BCD-7 segments MM74C917 Binary-Hex)	National	**Contrôleur-circuit de commande d'affichage avec RAM 6 × 8, oscillateur interne, circuit de scrutation, décodeur de segments interne**	6 chiffres cathodes communes, 100 mA crête (typ.), 60 mA crête (min.), rapport cyclique 1/4
MM74V911	National	Contrôleur d'affichage segments extensible avec RAM 4 x 8, oscillateur interne et circuit de scrutation	4 chiffres cathodes communes 100 mA crête (typ.), 60 mA crête (min.), rapport cyclique 1/4
MM5450 MM5451	National	Circuit de commande d'affichage entrée série, deux lignes d'interface au microprocesseur, réglage de luminosité, validation données	39 ou 35 segments à cathodes communes, 25 mA cc (typ.), 15 mA cc (min.)
ICM7218	Intersil	Circuit de commande d'affichage avec mémoire 8 × 8, décodage Hex, code B ou pas de code	8 chiffres anodes communes (A, C, E), cathodes communes (B) rapport cyclique, 1/8, 25 mA crête (typ.), 20 mA crête (min.) (A, C, E), 25 mA crête (typ.), 10 mA crête (min.) (B)
ICM7212	Intersil	**Décodeur-circuit de commande d'affichage**	4 chiffres anodes communes 8 mA cc (typ.), 5 mA cc (min.)

HORLOGES ET CHRONOGRAPHES

Référence	Marque	Fonctions	Conditions de commande
ICM7045A	Intersil	Chronomètre industriel complet, cadenceur par décade de précision compteur de secondes, minutes et heures en fonction de fréquences d'oscillations convenables	7 chiffres cathodes communes 15 mA crête (typ.), 10 mA crête (min.) rapport cyclique 1/8
ICM7215	Intersil	Chronographe avec fractionnement du temps	**6 chiffres cathodes communes, 13,2 mA crête (typ.) 9 mA crête (min.), rapport cyclique 1/8**
S1998A1B	AMI	Réveil numérique avec repos et horloge	4 chiffres anodes communes 16 mA cc (typ.)
MSM5523	OKI	Radio et horloge multifonctions, compteur de fréquence, 5 modes temporels, 4 modes fréquences, indicateur AM/FM	4 1/2 chiffres anodes ou cathodes communes, circuits de commande de segments et de chiffres nécessaires
MSM5929	OKI	Pendule format 12 ou 24 heures, colonne clignotante, suppression du zéro de tête	4 chiffres anodes ou cathodes communes, circuits de commande de segments et de chiffres nécessaires

TABLEAU III - CIRCUITS DE COMMANDES D'AFFICHAGE MULTIFONCTIONS

CONVERTISSEUR A/N

Référence	Marque	Fonctions	Conditions de commande
ICL7107	Intersil	Convertisseur A/N avec circuits de commande décodeurs et horloge	3 1/2 chiffres cathodes communes 8 mA cc (typ.), 5 mA cc (min.)
ADD3501/3701	National	Multimètre numérique, conversion A/N de modulation d'impulsions, horloge interne ou externe, indicateur de dépassement	3 1/2 chiffres cathodes communes 50 mA crête (typ.) rapport cyclique 1/4. circuits de commande chiffres nécessaires
LD130	Siliconix	Convertisseur A/N CMOS, sorties DCB	3 1/2 chiffres anodes ou cathodes communes, nécessite un décodeur DCB-7 segments et des circuits de commande de chiffres

TABLEAU IV - FILTRES

Couleur de la DEL	Panelgraphic	SGL Homalite	3M Company	Glarecheq	Rohm and Haas	Schott	OCLI	Polaroid
Rouge	Ruby Red 60 Dark Red 63 Purple 90	H100-1600 H100-1605 H100-1804 (violet)	R6510 P7710	Spectrafilter 112 Spectrafilter 118	Plexiglass 2423 Oroglass 2414	RG-645 RG-630		
Rouge haut rendement	Scarlet Red 65 Neutral Gray 10	H100-1670	R6310 N0220 (gris neutre)	Spectrafilter 110 Spectrafilter 105 (gris neutre)		RG-610	Sunguard™ (gris neutre)	HNCP10 (gris neutre)
Jaune	Yellow 27 Neutral Gray 10	H100-1720	A5910 N0220 (gris neutre)	Spectrafilter 106 Spectrafilter 105 (gris neutre)			Sunguard™ (gris neutre)	HNCP10 (gris neutre)
Vert	Green 48 Neutral Gray 10	H100-1440	G5610 N0220 (gris neutre)	Spectrafilter 107 Spectrafilter 105 (gris neutre)			Sunguard™ (gris neutre)	HNCP10 (gris neutre)

TABLEAU V - CONNECTEURS POUR AFFICHEURS MONOLITHIQUES NON ETANCHES, 7 SEGMENTS

Fabricant	Référence	Description
Teledyne Kinetics 410 South Cedros Avenue P.O. Box 427 Solano Beach, CA 92075 (714) 755-1181	Modèle S4050 Modèle S4200	Verre chargé thermoplastique et polyester avec contacts à ressort. Profil haut ou bas, montage parallèle ou à 90°. Modèle S 4200 jusqu'à 40 contacts.
Precision Concepts, Inc. 1595B Ocean Avenue Bohemia, NY 11716 (516) 567-0995	1255 90-1255	Connecteur à encliquetage. Nombre quelconque de contacts en bande. Inclinaisons disponibles : 0, 45, 60 et 90°. Disponible en version à souder.
William Prym-Werke KG 519 Stolberg-Rheinland (02402) 14331-14465	Spécifier le type de contact.	Sortie de contact à oeillet. Dimensions standard. Modèles spéciaux sur demande.
J.A.V. Manufacturing, Inc. 125 Wilbur Place Bohemia, NY 11716 (516) 567-9030	Séries 022-002	Encliquetage à friction. Disponible avec un angle de 30°. Jusqu'à 17 contacts. Disponible en version à souder.

Adresses des Sociétés de la liste ci-dessus

Panelgraphic Corporation
10 Henderson Drive
West Caldwell, NJ 07006
(201) 227-1500

SGL Homalite
11 Brookside Drive
Wilmington, DE 19804
(302) 652-3686

3M Company
Visual Products Division
3M Center, Bldg. 220-10W
St.Paul, MN 55101
(612) 733-0128

Glarecheq
Chequers Engraving Ltd
1-4 Christina Street
London EC2A P4A
England
(01) 739-6964

Rohm and Haas
Independence Mall West
Philadelphia, PA 19105
(215) 592-3000

Schott Optical Glass
Duryea, PA 13642
(717) 457-7485

Optical Coating Labs, Inc. (OCLI)
2789 Griffen Avenue
Santa Rosa, CA 95401
(707) 545-6440

Polaroid Corporation
Polarizer Division
20 Ames Street
Cambridge, MA
(617) 577-2000/3655

HEWLETT PACKARD

NOTE D'APPLICATIONS 1007

Emploi des échelles analogiques lumineuses

INTRODUCTION

Beaucoup d'applications nécessitent une transformation des informations analogiques en informations lumineuses. A l'origine deux solutions s'offraient au technicien : l'appareil de mesure à aiguille traditionnel, ou des voyants discrets alignés en réseau. Elles comportaient chacune des inconvénients : les appareils de tableau analogiques, pourvus d'un équipage mobile ne font preuve que d'une très faible précision pour pouvoir résister aux chocs. D'autre part, les clients recherchent des appareils plus esthétiques. Les indicateurs sont chers, leur alignement mécanique et optique est difficile, leur couleur et leur intensité lumineuse ne sont pas constantes sur toute la surface d'un même panneau. Hewlett-Packard a résolu le problème en lançant sur le marché ses échelles analogiques lumineuses (BAR GRAPH) HDSP-4820, -4830 et -4840 à dix éléments (ou segments) à DEL. Disponibles en rouge, rouge haut rendement et jaune, elles offrent une grande souplesse d'emploi et sont faciles à intégrer dans un ensemble de visualisation.

Nous commencerons par expliquer comment sont constituées nos échelles lumineuses, nous passerons ensuite à la conception du boîtier et à la configuration électrique pour définir en quoi elles influent sur la conception du circuit. Nous terminerons en apportant des informations sur les caractéristiques mécaniques, sur la disposition des broches de sortie et sur les méthodes de soudage.

Nous étudierons deux méthodes d'interface de base vers l'afficheur. La première est applicable à un système destiné à visualiser des signaux analogiques à l'aide d'échelles lumineuses, la seconde à visualiser des données numériques. Nous en donnerons des exemples avec commande par microprocesseur.

En fin de note, nous vous fournissons une liste non exhaustive de fabricants de circuits intégrés et de filtres de contraste.

CARACTERISTIQUES

Chaque élément de l'échelle lumineuse est obtenu en dilatant la lumière émise par la DEL par diffusion et réflexions successives pour constituer des segments lumineux comme le montre la figure 1. La puce de la DEL est supportée mécaniquement et raccordée électriquement par un support métallique. Le boîtier en plastique contient des cavités réfléchissantes fonctionnant comme des conduits de lumière ; elles sont remplies d'époxy qui diffuse la lumière afin d'obtenir une surface émissive uniforme.

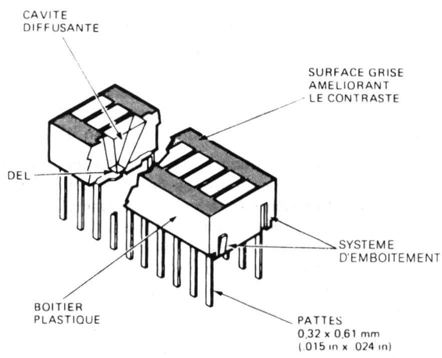


FIGURE 1 – Echelle lumineuse à 10 éléments

Les échelles lumineuses sont encastrées dans des boîtiers DIP standard d'entraxe 2,54 x 7,62 mm. Comme l'illustre la figure 2, l'anode et la cathode de chaque DEL sont accessibles chacune sur une broche pour faciliter la conception du circuit.

Ces échelles analogiques présentent une caractéristique importante pour l'utilisateur, à savoir que l'uniformité de l'intensité lumineuse de chacun des dix éléments est assurée. L'intensité lumineuse moyenne de chaque boîtier est signalée par une lettre sur le côté du boîtier. Si l'application nécessite deux ou plusieurs dispositifs, il suffira de choisir des boîtiers repérés par une même lettre pour obtenir une luminosité homogène.

L'uniformité de la couleur sur une échelle lumineuse est un facteur important. Le rouge et le rouge haut rendement ne posent pas de problème car leur uniformité de couleur est inhérente. L'œil est par contre très sensible aux différences de couleur du jaune, c'est pourquoi, les échelles lumineuses jaunes sont classées en fonction de leur longueur d'onde dominante, chaque couleur étant signalée par un chiffre sur le côté du boîtier.

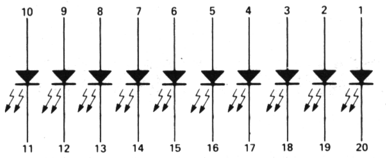


FIGURE 2 — Schéma d'une échelle lumineuse à 10 éléments

Pour que les échelles soient de la même couleur, les commander avec le même numéro de repère.

La face de l'échelle est de couleur gris neutre et les éléments sont incolores pour permettre le meilleur contraste possible éteint-allumé. Ce contraste est maximisé en employant des filtres spéciaux dont la liste est fournie en dernière page.

Les échelles lumineuses offrent des avantages importants sur les dispositifs discrets : les dix cavités diffusantes étant moulées sur un même boîtier, ceci assure l'uniformité des éléments et permet un meilleur réglage mécanique et optique. Un système d'emboîtement facilite l'alignement des modules dans le cas de certaines applications.

Pour souder les pattes du boîtier à la vague, utiliser des soudures Sn60 ou Sn63. La température du bain ne doit pas dépasser 260°C, le temps d'immersion étant de 3 s au maximum. Des encoches usinées écartent le boîtier d'1 mm afin de permettre une meilleure évacuation de la chaleur.

Les performances optiques sont dues à des plastiques spécialement conçus pour nos échelles lumineuses. Ces plastiques, très sensibles à certains solvants, limitent le nombre d'agents de nettoyage possibles. Nous recommandons un mélange Fréon (F113) - alcool pour le nettoyage à la vapeur qui ne doit pas dépasser 2 mn. Les autres produits utilisables sont le Fréon TE, le Genesolv DI-15 ou DE-15, l'Arklone A ou K. Il est possible de procéder au nettoyage à l'eau chaude à 60°C, suivi d'un rinçage neutralisant (solution à 3% d'ammoniaque ou équivalente), d'un rinçage surfactant (solution à 1% de détergent), d'un rinçage à l'eau chaude et d'un séchage à l'air sec. Le nettoyage à la température ambiante peut se faire au Fréon T-35 ou T-P35, à l'Ethanol, à l'Isopropanol ou à l'eau additionnée d'un détergent doux.

INTERFACES POUR ENTREES ANALOGIQUES

Dans nombre d'applications, les échelles lumineuses servent à visualiser un signal analogique sans mise en forme spéciale. De nombreux circuits intégrés fournissent des décodeurs analogiques, leur liste non exhaustive est donnée en dernière page. Le principe de tous ces décodeurs est le même, malgré les variantes que l'on peut trouver chez chaque fabricant, la figure 3 en donne le principe. Chaque circuit intégré possède une référence de tension et un comparateur qui détecte le niveau du signal analogique à l'entrée : lorsque ce niveau dépasse la tension de référence du premier comparateur, la première sortie entre en fonction. Au fur et à mesure que la tension croît, les sorties, qui correspondent à chaque niveau, sont successivement mises en service. Certains constructeurs emploient deux autres modes de décodage du signal analogique d'entrée. Le premier mode permet d'allumer toutes les DEL dont les seuils de tension sont inférieurs au signal d'entrée (échelles de type standard). Dans le second mode, une seule entrée analogique est mise en service à chaque instant, lorsque l'entrée analogique se trouve aux abords de la région active d'un comparateur

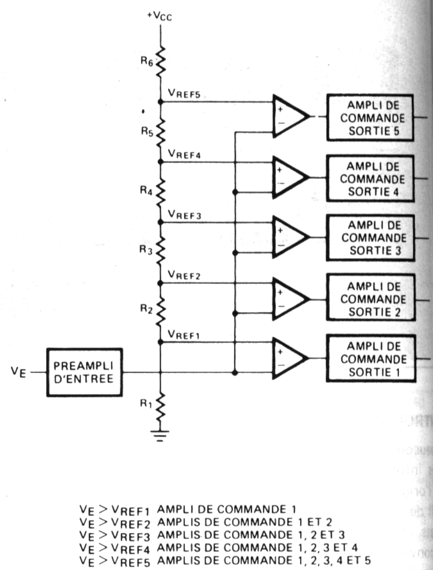


FIGURE 3 — Principe du décodeur analogique pour échelle lumineuse

particulier ($V_{REF\ N} \leqslant V_E \leqslant V_{REF\ N+1}$), la sortie correspondante se trouve mise en service et toutes les autres sont invalidées; ce système ou «indicateur de position» a l'avantage de ne présenter qu'une seule DEL allumée à la fois, ce qui réduit substantiellement la consommation. Ces deux types de décodage sont décrits ci-après.

On utilise sur la figure 4 le circuit Texas Instruments TL480C et un HDSP-4820 pour réaliser un Vu-mètre économique pour chaîne HI-FI. Les dix comparateurs associés au système de référence de tension du TL480C détectent le niveau du signal analogique sur l'entrée A. La sortie Q_1 est commutée en logique basse pour une tension d'entrée de 203 mV. Le TL480C ayant une variation logarithmique, chaque fois que le signal augmente de 2 dB, la sortie correspondante passe au niveau bas et les DEL s'illuminent. Si le TL480C est réglé pour afficher la pleine échelle pour 2 V à l'entrée, l'échelle lumineuse indique des valeurs comprises entre 0 et 18 dB.

Le circuit de la figure 5 emploie un LM3914 de National et un HDSP-4830 pour constituer une échelle lumineuse d'une grande souplesse d'utilisation. Le LM3914 est un décodeur qui fonctionne selon deux modes possibles en fonction du branchement de la broche 9 MODE. Si MODE est raccordée à + V_{CC} (broche 3), l'échelle lumineuse est entièrement décodée. Si par contre, MODE est branchée à la broche 11, le LM3914 fonctionne en indicateur de position. Cette broche MODE autorise le montage d'un autre LM3914 en cascade pour réaliser une échelle lumineuse de meilleure résolution.

Le schéma de la figure 5 permet de visualiser un signal compris entre 0 et 5 V à l'aide de l'échelle HDSP-4830 rouge haut rendement. La lecture pleine échelle est obtenue

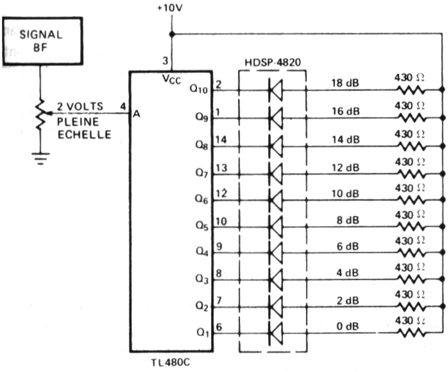


FIGURE 4 – Vu-mètre pour amplificateur BF

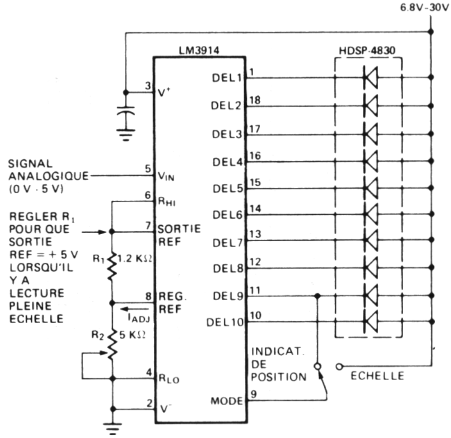


FIGURE 5 – Echelle lumineuse-indicateur de position 0-5 V

au moyen de la tension réglable obtenue au point SORTIE REF. Le LM3914 fournit une tension constante égale à 1,25 V entre SORTIE REF (broche 7) et REG. REF (broche 8). Sur la figure 5, cette tension est appliquée à travers la résistance R_1. Puisque la tension est constante, le courant à travers R_1 est constant et la tension de sortie SORTIE REF s'obtient à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{SORTIE REF} = 1{,}25\text{ V}\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{ADJ} \cdot R_2$$

R_1 détermine d'autre part le courant des DEL. Chaque DEL allumée consomme un courant environ dix fois supérieur à celui débité par SORTIE REF (broche 7). Le courant des DEL se calcule comme suit :

$$I_{DEL} = 10 \cdot \frac{1{,}25\text{ V}}{R_1}$$

Il est ainsi possible de déterminer R_2 après avoir choisi R_1 pour une intensité lumineuse donnée des DEL et avoir réglé I_{ADJ} du LM3914 sur la valeur indiquée par la fiche technique (75 μA typique). En remplaçant R_2 par un potentiomètre, la tension sur SORTIE REF peut s'ajuster avec précision à la valeur voulue.

Le courant de DEL a été réglé au niveau nominal de 10 mA cc en utilisant la méthode préconisée ci-dessus. Lorsque l'on fonctionne en mode «indicateur de position» avec V_{cc} = 6,8 V, la dissipation est d'environ 110 mW. Dans le cas le plus défavorable, la dissipation atteint 720 mW lorsque l'on fonctionne en échelle lumineuse avec dix éléments allumés.

Si l'on désire à la fois une faible consommation et le décodage complet de l'échelle lumineuse, le LM3914 peut s'employer comme le montre la figure 6; il est encore employé en «indicateur de position» mais les DEL sont alimentées en série à partir d'une alimentation + 24 V. La tension SORTIE REF est réglée pour que l'échelle lumineuse indique + 5 V à pleine échelle. Lorsque V_E se situe entre 0 V et + 0,5 V, toutes les DEL sont éteintes. Lorsque V_E est entre + 0,5 V et + 1V, la sortie 1 est validée et la DEL 1 s'illumine. Chaque fois que la tension de sortie augmente de 0,5 V, la source 10 mA se déplace sur la broche de sortie suivante allumant une DEL supplémentaire. Lorsque la tension d'entrée atteint + 5 V ou plus (+ 35 V maxi), les dix DEL sont alimentées à partir de la source 10 mA. Pour un observateur, le fonctionnement paraît identique à celui de la figure 5 en mode «échelle lumineuse»; pourtant dans ce cas, la dissipation est réduite à environ 380 mW.

INTERFACE POUR ENTREES NUMERIQUES

Il existe un grand nombre d'applications pour les échelles lumineuses dans les systèmes numériques. Bien que les données affichées correspondent quelquefois directement à un signal analogique, elles sont souvent transformées en numérique pour être traitées. Cette conversion peut être réalisée par un microprocesseur et/ou du matériel spécialisé. Ce paragraphe traite de plusieurs techniques d'interface développées pour visualiser des données numériques à l'aide d'échelles lumineuses. Une liste de quelques circuits intégrés répondant à ces fonctions se trouve en dernière page.

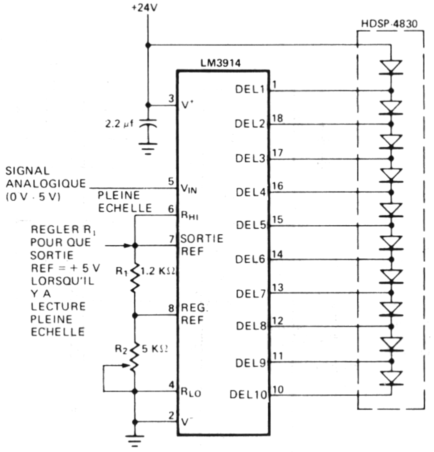


FIGURE 6 – Echelle lumineuse de faible consommation 0-5 V

L'une des méthodes de codage les plus courantes est le code DCB. Les figures 7 et 8 illustrent deux interfaces possibles DCB - échelle lumineuse à dix éléments. Dans les deux cas un décodeur 1 sur 10 (7442) pour la conversion des données DCB en format d'affichage. Le schéma de la figure 7 commande l'indicateur en mode «indicateur de position», c'est-à-dire que seul la DEL correspondant à l'entrée DCB s'illumine. Le circuit de la figure 8 correspond à celui d'une véritable échelle lumineuse et pour cela est constitué d'éléments complémentaires ; ainsi, toutes les DEL comprises entre le niveau zéro et la donnée décodée sont allumées. L'échelle lumineuse utilisée ici HDSP-4840 est de couleur jaune et le courant direct par DEL est réglé à 10 mA cc

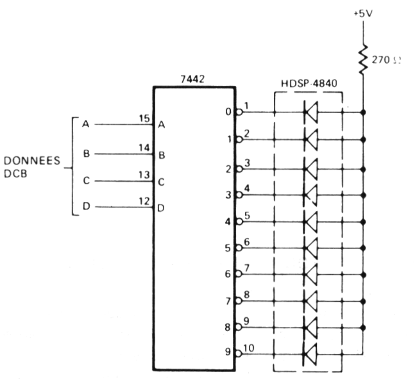


FIGURE 7 – Indicateur de position 1 sur 10

La figure 9 illustre une échelle lumineuse de trente éléments commandée en courant continu, utilisant un circuit de commande de DEL National MM5450. Le circuit comprend trois HDSP-4830 rouge haut rendement alignés. Le MM5450 est un registre à décalage entrée série - sorties parallèles à 34 sorties pouvant délivrer chacune 15 mA. Ce courant peut se régler à l'aide d'un potentiomètre extérieur monté entre V_{DD} (broche 20) et la commande de luminosité BC (broche 19). Le transfert des données série depuis leur source, ici le microprocesseur, jusqu'à la commande d'affichage est réalisé à l'aide des deux signaux DONNEES SERIE et HORLOGE. En utilisant un format constitué par un «1» de tête suivi de 35 bits de données, le transfert des données se réalise avec un minimum de matériel. Les 35 bits sont stockés dès que le 36e bit apparaît. Ce système permet une commande directe sans multiplexage de l'échelle lumineuse.

La figure 10 correspond au logicel nécessaire à l'interface MM5450 - microprocesseur 6800. Les données d'affichage série sont transférées du microprocesseur par l'intermédiaire du bit 7 du bus de données. Les données sont synchronisées chaque fois que le microprocesseur écrit au MM5450. La synchronisation est réalisée en combinant les adresses d'ordre supérieur, R-W, VMA et ϕ_2.

Le logiciel envoie tout d'abord un bit de départ au MM5450. Ensuite, le nombre binaire correspondant au nombre d'éléments de l'échelle à allumer est chargé à partir de l'emplacement de mémoire BINARY. Cette valeur est soustraite de $34_{10} = 22_H$, indiquant le nombre d'éléments éteints à synchroniser. Ces éléments binaires d'extinction synchronisés en premier sont suivis immédiatement des bits d'allumage. Enfin, la 36e impulsion d'horloge est générée et l'échelle lumineuse s'allume; elle restera allumée sans intervention du microprocesseur tant que les données resteront inchangées.

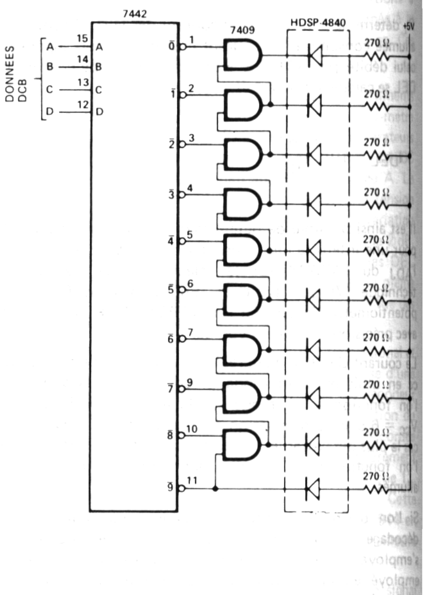


FIGURE 8 – Interface DCB-échelle lumineuse 10 éléments

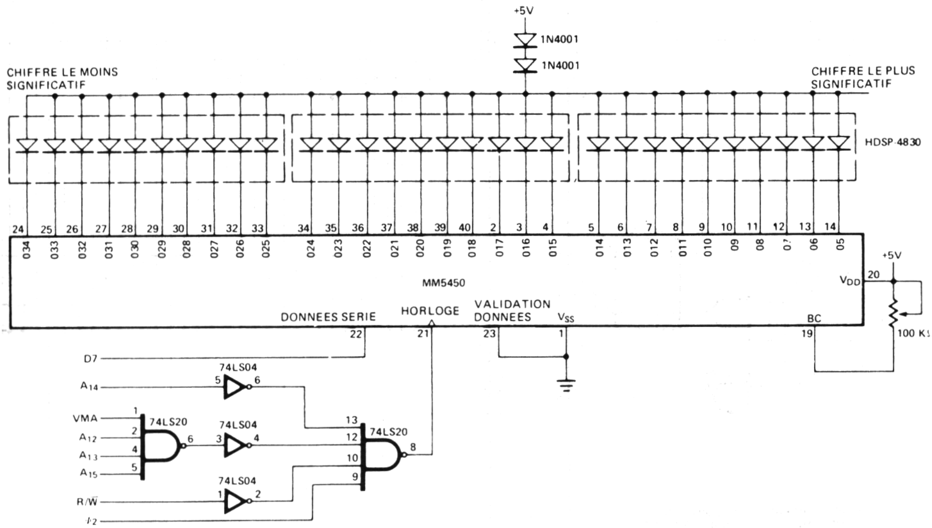


FIGURE 9 – Interface données série entre microprocesseur 6800 et échelle lumineuse à 30 éléments

```
                         ASMB, A, L
       B000              DSPLAY     EQU    $B000
0006                                ORG    $0006
0006                     BINAIRE    RMB    $1          NOMBRE D'ELEMENTS ALLUMES (30₁₀ = 1E_H OU MOINS)
0400                                ORG    $0400
0400   86     80                    LDA  A I, $80
0402   B7     B000                  STA  A E, DSPLY    BIT DE DEPART SORTIE
0405   D6     06                    LDA  B D, BINARY   OBTIENT LE NOMBRE BINAIRE
0407   86     22                    LDA  A I, $22
0409   10                           SBA                DETERMINE LE NOMBRE DE ZEROS
040A   81     00         ZEROS      CMP  A I, $0       PAS DE ZERO ALORS BRANCHER, SINON CONTINUER
040C   27     06                    BEQ    ONES
040E   7F     B000                  CLR    E, DSPLY    ENVOIE LE ZERO SUR L'ECHELLE
0411   4A                           DEC  A
0412   20     F6                    BRA    ZEROS       BOUCLE
0414   86     80         UNS        LDA  A I, $80      CHARGE LES UNS
0416   C1     00                    CMP  B I, $00
0418   27     07                    BEQ    QUIT        BRANCHER SI REALISE, SINON CONTINUER
041A   B7     B000                  STA  A E, DSPLY    ENVOIE LE UN SUR L'ECHELLE
041D   5A                           DEC  B
041E   7E     0416       ABANDON    JMP    ONES + 2    BOUCLE
0421   7F     B000                  CLR    E, DSPLY    DERNIERE IMPULSION DE SYNCHRO, DONNEES VERROUILLEES
                                    END
```

FIGURE 10 – Logiciel d'interface entre 6800 et circuit de la figure 9

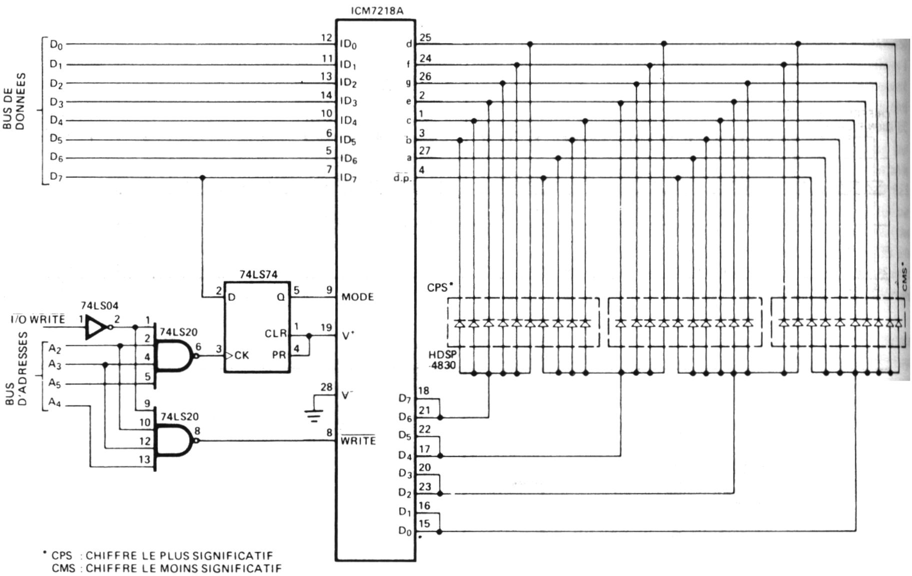


FIGURE 11 — Interface données parallèles entre microprocesseur 8080A et échelle lumineuse à 30 éléments

L'utilisateur doit s'assurer que le MM5450 reçoit toujours le nombre correct d'impulsions d'horloge. Il suffit que cette condition ne se réalise pas une seule fois pour que l'échelle donne une indication erronée qui ne disparaîtra qu'à sa remise à zéro et comme ce circuit ne possède pas de broche de remise à zéro, l'alimentation de la puce doit être coupée puis rétablie pour que l'ensemble soit correctement réinitialisé et remis à zéro.

La figure 11 donne le schéma d'une interface entre microprocesseur 8080A et circuit Intersil ICM7218A. Cette commande d'affichage possède une RAM statique 8x8 pour stocker les données d'affichage, alimenter les amplis de commande et fournir les données temporelles de rafraîchissement permettant l'interface de 64 éléments à DEL à un microprocesseur. Le ICM7218A commande chacun de ces éléments sous une intensité crête de 20 mA avec un rapport cyclique de 12%, ce qui peut provoquer un courant moyen et un éclairement trop faibles pour être acceptables. C'est pourquoi, sur la figure 11, les huit amplificateurs de commande de caractère sont mis en parallèle : il en résulte que les trente éléments de l'échelle sont alimentés chacun sous un courant crête par segment minimal de 20 mA mais alors avec un rapport cyclique de 24%.

Le logiciel qui permet l'interface 8080A - ICM7218A est illustré figure 14. Lorsque l'entrée MODE est à l'état logique haut, WRITE passe à l'état bas, ce qui synchronise un mot de commande du bus sur le ICM7218C. Ce mot est décodé comme le montre la figure 12. Les entrées ID_4, ID_5 et ID_7, toutes à l'état logique haut, initialisent le dispositif sur le mode de fonctionnement voulu, c'est-à-dire que les huit mots de données suivantes synchronisés dans le ICN7218A apparaissent aux sorties échantillonnées.

L'emplacement de mémoire BINARY contient le nombre d'éléments de l'échelle qui doivent s'allumer. Le logiciel adapte cette information à l'usage de l'échelle analogique en permutant circulairement un bit 1 dans l'accumulateur jusqu'à ce que BINARY soit décrémenté à zéro. Par contre, la logique de sortie du point décimal est inversée (p.d.) et l'on a utilisé un masque OU exclusif pour compléter ce bit. De plus, les circuits de commande de chiffre étant couplés par paire, il faut deux instructions de sortie (OUTput) pour décoder chaque octet. Le logiciel est décrit figure 13. Lorsque le ICM7218A a reçu neuf mots (un mot de commande et huit mots de données), l'information est affichée par l'échelle analogique, qui restera allumée sans intervention du microprocesseur tant que les données n'auront pas été modifiées.

MODE = 1 FORMAT MOT DE COMMANDE

ID7	ID6	ID5	ID4	ID3	ID2	ID1	ID0
1	X	1	C	X	X	X	X

C = 0 : EFFACE L'AFFICHAGE (CONTENU RAM INCHANGE)
C = 1 : FONCTIONNEMENT NORMAL
X = : INDIFFERENT

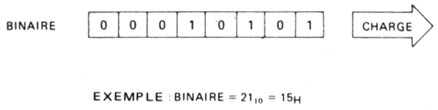
MODE = 0 FORMAT MOT DE DONNEE

ID7	ID6	ID5	ID4	ID3	ID2	ID1	ID0
p.d	a	b	c	e	g	f	d

INFORMATION SEGMENT NON CODEE

UNE LOGIQUE 1 CORRESPOND A UN SEGMENT ALLUME POUR CHAQUE ENTREE EXCEPTE POUR LE POINT DECIMAL p.d QUI EST ALLUME POUR UNE LOGIQUE 0

FIGURE 12 — Mots de MODE et de DONNEES du ICM7218A



• $\overline{p.d}$	a	b	c	e	g	f	d
0	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0

RAM ICM7218A

FIGURE 13 – Sous-programme CHARGE (LOAD)

```
001C                  DSPLY        EQU   001CH
002C                  MODE         EQU   002CH
0000                               ORG   0E000H
E000  01              BINAIRE      DB    1          NOMBRE D'ELEMENTS ALLUMES (30₁₀ = 1EH OU MOINS)
E001  F5              CHARGE       PUSH  PSW
E002  C5                           PUSH  B
E003  E5                           PUSH  H
E004  3E  f0                       MVI   A, 0F0H
E006  D3  2C                       OUT   MODE       MODE UN
E008  D3  1C                       OUT   DSPLY      MOT DE COMMANDE HORLOGE
E00A  3E  00                       MVI   A, 00H
E00C  D3  2C                       OUT   MODE       MODE ZERO
E00E  06  08                       MVI   B, 08H     COMPTEUR BIT
E010  0E  04                       MVI   C, 04H     COMPTEUR OCTET
E012  21  00  E0                   LXI   H, BINARY  OBTIENT LE NOMBRE BINAIRE
E015  7E                           MOV   A, M
E016  FE  00                       CPI   00
E018  CA  33  E0                   JZ    LOOP 1     BRANCHE SI ZERO, SINON CONTINUE
E01B  3E  00          EFFACEMENT   MVI   A, 00
E01D  37              DISPOSER     STC              POSE LE REPORT
E01E  17                           RAL              ROTATION UN BIT
E01F  35                           DCR   M
E020  CA  33  E0                   JZ    LOOP1      BRANCHE SI ZERO, SINON CONTINUE
E023  05                           DCR   B          DECREMENTE LE COMPTEUR DE BITS
E024  C2  1D  E0                   JNZ   SET        BRANCHE SI DIFF. ZERO, SINON CONTINUE
E027  EE  80                       XRI   80H        COMPLETE LE BIT 7
E029  D3  IC                       OUT   DSPLY      AFFICHAGE HORLOGE
E02B  D3  IC                       OUT   DSPLY      AFFICHAGE HORLOGE
E02D  0D                           DCR   C          DECREMENTE LE COMPTEUR D'OCTETS
E02E  06  08                       MVI   B, 08H     REMET LE COMPTEUR DE BITS A ZERO
E030  C3  1B  E0                   JMP   CLEAR      DEMARRE UN NOUVEL OCTET
E033  EE  80          BOUCLE 1     XRI   80H        COMPLETE LE BIT 7
E035  D3  1C                       OUT   DSPLY      AFFICHAGE HORLOGE
E037  D3  1C                       OUT   DSPLY      AFFICHAGE HORLOGE
E039  0D                           DCR   C          DECREMENTE LE COMPTEUR D'OCTETS
E03A  CA  42  E0                   JZ    QUIT       BRANCHE SI ZERO, SINON CONTINUE
E03D  3E  80                       MVI   A, 80A     CERTIFIE L'EXACTITUDE DU BIT 7
E03F  C3  35  E0                   JMP   LOOP 1 + 2
E042  E1              ABANDON      POP   H
E043  C1                           POP   B
E044  F1                           POP   PSW
E045  C9                           RET
E046                               END
```

FIGURE 14 – Logiciel d'interface 8080A avec circuits de la figure 11

TABLEAU I - FILTRES

Couleur DEL	Panelgraphic	SGL Homalite	3M Company	Glarecheq	Rohm et Haas	Schott	OCLI	Polaroid
Rouge	Ruby Red 60 Dark Red 63 Purple 90	H100-1600 H100-1605 H100-1804 (pourpre)	R6510 P7710	Spectrafilter 112 Spectrafilter 118	Plexiglass 2423 Oroglass 2414	RG-645 RG-630		
Rouge haut rendement	Scarlet Red 65 Neutral Gray 10	H100-1670	R6310 N0220 (gris neutre)	Spectrafilter 110 Spectrafilter 105 (gris neutre)		RG-610	Sunguard™ (gris neutre)	HNCP10 (gris neutre)
Jaune	Yellow 27 Neutral Gray 10	H100-1720	A5910 N0220 (gris neutre)	Spectrafilter 106 Spectrafilter 105 (gris neutre)			Sunguard™ (gris neutre)	HNCP10 (gris neutre)

Adresses des Compagnies de la liste ci-dessus

Panelgraphic Corporation
10 Henderson Drive
West Caldwell, NJ 07006
(201) 227-1500

SGL Homalite
11 Brookside Drive
Wilmington, DE 19804
(302) 652-3686

3M Company
Visual Products Division
3M Center, Bldg. 220-10W
St.Paul, MN 55101
(612) 733-0128

Glarecheq
Chequers Engraving Ltd
1-4 Christina Street
London EC2A P4A
England
(01) 739-6964

Rohm and Haas
Independence Mall West
Philadelphia, PA 19105
(215) 592-3000

Schott Optical Glass
Duryea, PA 13642
(717) 457-7485

Optical Coating Labs, Inc. (OCLI)
2789 Griffen Avenue
Santa Rosa, CA 95401
(707) 545-6440

Polaroid Corporation
Polarizer Division
20 Ames Street
Cambridge, MA
(617) 577-2000/3655

TABLEAU II - CIRCUITS DE COMMANDE POUR ECHELLES LUMINEUSES - ENTREE ANALOGIQUE

Référence	Fournisseur	Conditions d'attaque	Echelle	Nombre d'éléments	Commentaires
UAA170	Siemens	⩽ 50 mA cc	Extér.	16	Indicateur de position uniq., l'utilis. détermine l'échelle
UAA180	Siemens	10 mA CC (typ.)	Extér.	12	L'utilisateur détermine l'échelle
TL489	TI	⩽ 40 mA cc	Lin.	5	Incréments de 200 mV
TL487	TI	⩽ 40 mA cc	Log.	5	Incréments de 3 dB
TL490	TI	⩽ 40 mA cc	Lin.	10	Incréments réglables entre 50 et 200 mV
TL480	TI	⩽ 40 mA cc	Log.	10	Incréments de 2 dB
TL491	TI	⩽ – 25 mA cc	Lin.	10	Incréments réglables entre 50 et 200 mV
TL481	TI	⩽ – 25 mA cc	Log.	10	Incréments de 2 dB
LM3914	National	2 ⩽ I ⩽ 30 mA cc	Lin.	10	Option indicateur de position/échelle
LM3915	National	2 ⩽ I ⩽ 30 mA cc	Log.	10	
LM3916	National	2 ⩽ I ⩽ 30 mA cc	Log.	10	
U237B	AEG-Tel.	20 mA (typ.)	Lin.	5	Incréments de 200 mV (200 à 1000 mV)
U244B	AEG-Tel.	20 mA (typ.)	Lin.	5	Incrém. de 180 mV (200 à 1000 mV avec chevauchement)
U247B	AEG-Tel.	20 mA (typ.)	Lin.	5	Incréments de 200 mV (100 à 900 mV)
U254B	AEG-Tel.	20 mA (typ.)	Lin.	5	Incrém. de 100 mV (110 à 900 mV avec chevauchement)
U257B	AEG-Tel.	20 mA (typ.)	Log.	5	– 15 à + 6 dB
U267B	AEG-Tel.	20 mA (typ.)	Log.	5	– 20 à + 3 dB
XR-2277	Exar	⩽ 18 mA cc	Log.	12	– 30 à + 6 dB, opt. indicateur de position/échelle
XR-2278	Exar	⩽ 18 mA cc	Log.	12	– 20 à + 8 dB, opt. indicateur de position/échelle
XR-2279	Exar	⩽ 18 mA cc	Log.	12	Incréments de 3 dB, opt. indicateur de position/échelle

TABLEAU III - CIRCUITS DE COMMANDE POUR ECHELLES LUMINEUSES - ENTREE NUMERIQUE

Référence	Fournisseur	Conditions d'attaque	Nombre d'éléments	Commentaires
MM74C911	National	100 mA crête, RC* = 25%	32	Décodage par logiciel, interface parallèle
MM5450/51	National	⩽ 15 mA cc	34/35	Décodage par logiciel, interface série
ICM7218A	Intersil	20 mA crête, RC* = 12%	64	Anodes communes, décodage par logiciel, interf. parallèle
8243	Signetics	13 mA cc	8	Décodeur n parmi 8
7442	TI, Fairchild, et al	16 mA cc	10	Décodeur 1 parmi 10

* RC = Rapport Cyclique

NOTE D'APPLICATIONS 1008

HEWLETT PACKARD

Détection optique avec le senseur HEDS-1000

Introduction

Le traitement numérique prend une importance de plus en plus grande dans le commerce, l'industrie et les produits de grande consommation. Il a créé un besoin en senseurs capables de transformer des paramètres physiques en signaux électriques utilisables directement par un système numérique. Les senseurs optiques sont très utiles dans ces domaines car ils fournissent, sans contact, une réponse rapide dans la recherche des paramètres qui servent de source de données. Les applications commerciales sont les suivantes : lecture de codes-barres, détection de la tranche d'une feuille de papier, détection de fin de bande, la stabilisation en position des boucles des bandes magnétiques. Dans l'industrie, les senseurs optiques peuvent servir en tachymétrie optique, dans la surveillance des chaînes de montage, dans les systèmes de sécurité. Les produits de grande consommation concernés par les senseurs optiques sont les chaînes Hi-Fi, les flippers ou les jeux vidéos.

Cette note d'applications décrit la conception électrique et optique de dispositifs optoélectroniques utilisants des éléments discrets ou le senseur optique par réflexion de haute résolution HEDS-1000. Ces explications traiteront à la fois des systèmes fonctionnant par transmission ou par réflexion.

Dans chacune de ces applications, le système est constitué d'un émetteur optique, d'une voie de transmission du faisceau lumineux et d'un senseur optique assurant la fonction de détection. La détection se produit soit par obturation de la voie de transmission (objet opaque), soit par non réflexion du rayon lumineux. Dans l'un ou l'autre système (transmission ou réflexion), il faut tenir compte de certaines considérations électriques, mécaniques et optiques pour obtenir les performances optimales du système émetteur-détecteur.

Eléments du système

Tout système de détection optique est constitué par une source de lumière, par une voie optique et par un détecteur. Dans l'étude de la plupart des systèmes de détection optique, on considère que le flux lumineux et la réponse du récepteur (détecteur) sont constants et que, par conséquent, les modifications dynamiques sur le récepteur sont le résultat de modifications de la voie optique. La figure 1 donne le principe d'un lecteur de bande perforée et d'un densitomètre. Sur le lecteur de bande, la présence ou l'absence de perforation produit un signal binaire dû à la coupure ou au passage de la lumière. Le densitomètre provoque une modulation analogique du flux lumineux. L'analyse par détecteur de codes-barres ou la détection du bord d'une feuille de papier sont des applications directes de la technique de détection par réflexion de la figure 1. Dans les lecteurs de codes-barres, il se produit un contraste entre les barres et leur arrière plan, c'est la différence de réflexion qui module le flux optique. Dans la détection de bord de feuille de papier, la tranche de la feuille provoque une réponse numérique du système. La transmission de lumière est nulle tant que la feuille ne coupe pas le champ lumineux du détecteur, la transmission de lumière débutant au moment où le bord de la feuille atteint le rayon.

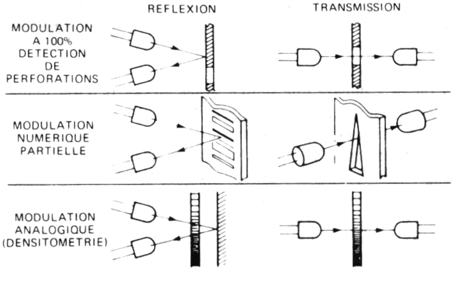


FIGURE 1 — Différentes techniques de modulation du flux optique

Fonction de transfert optique

Les caractéristiques de transmission du flux lumineux se calculent à partir de la fonction de transfert optique (FTO). La fonction correspond au rapport entre le flux disponible, ϕ_e, et le flux lumineux arrivant sur le récepteur, ϕ_e (R). Elle permet de calculer le photocourant disponible pour attaquer l'amplificateur du détecteur.

$$\text{FTO} = \frac{\phi_e\ (\text{REÇU})}{\phi_e\ (\text{DISPONIBLE})} \qquad (1)$$

L'atténuation du flux optique est due à plusieurs phénomènes. L'un d'entre eux provient des pertes de transmission lorsque le flux est incident et traverse le milieu transparent. Les pertes sont dues à des réflexions en surface du matériau et aux diffusions et absorptions à l'intérieur de celui-ci. Dans le calcul de la fonction de transfert optique, on a pour habitude de définir ces pertes, τ , en terme de la transmittance, T, du matériau à la longueur d'onde de la source. La transmittance est égale à :

$$T = (1 - \tau) \tag{2}$$

Une autre raison de l'atténuation vient du couplage défectueux entre le flux lumineux issu de la source et le récepteur par suite d'une mauvaise adaptation entre l'ouverture numérique relative du récepteur et celle de la source.

Couplage

Dans le cas le plus général, le couplage d'une source lumineuse et d'un récepteur dépend du diagramme de rayonnement de la source, de la distance entre la source et le récepteur et de la surface du récepteur. L'étude suivante montre les effets de ces paramètres sur la fonction de transfert optique.

La figure 2 illustre une source située au centre d'une demi-sphère et un récepteur de surface, A, placé au sommet de la calotte sphérique, à la distance, d, de la source. Le rapport entre la surface du récepteur et le carré de la distance définit l'angle solide, ω, sous-tendu par cette surface. Le flux total, ϕ_e, émis est égal à l'intégrale du flux incident à l'intérieur de la demi-sphère. Le diagramme de rayonnement d'une source Lambertienne est indiqué figure 3. Le diagramme

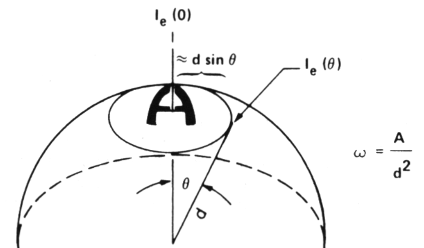


FIGURE 2 — Définition de l'angle solide, ω

fournit le coefficient par lequel on doit multiplier le flux dans l'axe, I_e (0), pour obtenir le flux d'un rayon lumineux, I_e (θ), faisant avec ce dernier un angle, θ ; il est égal au flux dans l'axe multiplié par le cosinus de l'angle θ.

$$I_e(\theta) = I_e(0) \cos\theta \tag{3}$$

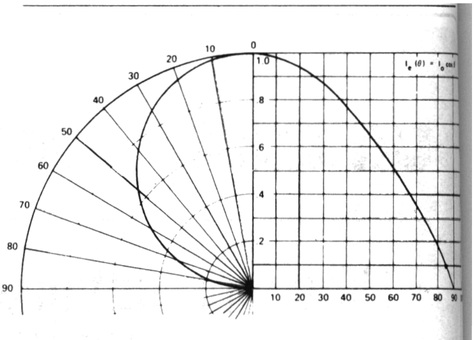


FIGURE 3 — Diagramme de radiation d'une source de Lambert

Lorsque l'on connaît le diagramme de rayonnement $I_e(\theta)/I_e(0)$ et l'intensité lumineuse rayonnée dans l'axe, l'équation (4) permet de définir le flux total sur toute la surface de l'hémisphère ($\theta = 90°$) ou dans le cône sous-tendu par la surface, A.

$$\phi_e(\theta) = I_e(0) \int_0^{\theta} \frac{I_e(\theta)}{I_e(0)} 2\pi \sin\theta \, d\theta \tag{4}$$

Si la course est constituée par une surface émettrice de rayonnement Lambertien, le flux dans le cône déterminé par l'angle, θ, se calcule à partir des équations (3) et (4).

$$\phi_e(\theta) = I_e(0) \int_0^{\theta} 2\pi \cos\theta \sin\theta \, d\theta$$

$$\phi_e(\theta) = I_e(0)\, \pi \sin^2\theta \tag{5}$$

Le flux total émis par la source Lambertienne s'obtient à partir de l'équation (5) quand $\theta = 90°$. Le flux total émis, ϕ_e, est donc égal à l'intensité dans l'axe, I_e (0), multiplié par π.

La quantité de flux reçue par la surface, A, est en relation avec l'ouverture relative du récepteur que l'on appelle aussi ouverture numérique, O.N., qui définit les capacités du récepteur à recevoir le flux émis sous un certain angle par rapport à l'axe. Si l'on considère une source ayant un diagramme de rayonnement spécifique, plus l'ouverture numérique du récepteur sera grande plus il recevra de lumière. L'O.N. est définie comme le sinus du demi-angle du cône formé par le récepteur; d'où :

$$\text{O.N.} = \sin\theta \tag{6}$$

avec θ = **demi-angle au sommet du cône**

Comme on peut le déduire de la figure 4, l'O.N. peut se calculer pour les petits angles d'ouverture comme suit :

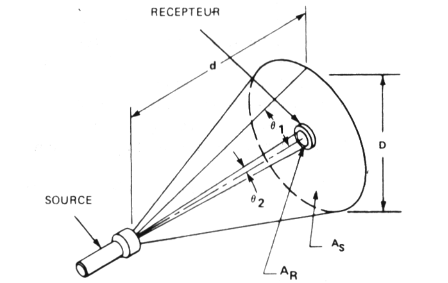


FIGURE 4 — Relation entre les ouvertures numériques

$$O.N. = \sin\theta \approx D/2d$$

$$O.N. = \sin\theta \approx (A/\pi)^{1/2}/d$$

$$O.N.^2 = \sin^2\theta \approx A/\pi d^2 \quad (7)$$

La figure 4 montre une source et un récepteur à une distance d, l'un de l'autre. A cette distance, le cône, d'angle au sommet θ_1, engendre une certaine surface, A_S, très supérieure à celle, A_R, du récepteur, qui est donc vu par la source sous un angle bien plus petit (θ_2) et ne reçoit qu'une fraction du flux émis. C'est cette fraction qui représente la fonction de transfert dans ce cas simple, et le rapport A_R/A_S en donne une bonne approximation. En utilisant la relation (7), la fonction de transfert optique peut se définir en fonction des cônes que forment la source et le récepteur définis par leur ouverture numérique :

$$FTO = \frac{\phi_R}{\phi_S} = \frac{A_R}{A_S} = \frac{\pi d^2 O.N._R{}^2}{\pi d^2 O.N._S{}^2} \quad (8)$$

$$= \left(\frac{O.N._R}{O.N._S}\right)^2 = \left(\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}\right)^2$$

Pour estimer le FTO, il est nécessaire d'évaluer le couplage entre les deux cônes - cône de sortie (ou O.N.) et cône de réception. En règle générale, l'angle θ du cône de révolution est défini comme étant celui qui correspond à l'angle pour lequel l'intensité lumineuse est égale à 10% de l'intensité lumineuse dans l'axe ($\theta = 0$). Le cas particulier du diagramme de rayonnement pour lequel l'intensité lumineuse est une fonction de cos θ est d'un intérêt primordial. L'angle pour lequel l'intensité lumineuse est égale à 10% de l'intensité axiale est de 84,26° auquel correspond une ouverture numérique sin θ égale à 0,995. C'est pourquoi, en pratique, une telle source est considérée comme ayant une O.N. de 1. Si la source de la figure 4 répond à ces données, nous obtenons l'équation réduite :

$$FTO = \left(\frac{O.N._R}{O.N._S}\right)^2 = \left(\frac{O.N._R}{1}\right)^2 = (O.N._R)^2 \quad (9)$$

Cette simplification est très importante car on y fait systématiquement appel dans les explications qui suivent. Il faut toutefois noter que l'O.N. ne peut dépasser l'unité ce qui suppose que si $O.N._R > O.N._S$, FTO = 1. Ceci s'applique lorsque le cône de réception est plus large que le cône de la source.

Rappel des notions d'optique géométrique

Les applications pratiques des détecteurs optiques mettent en œuvre des distances source-récepteur qui peuvent atteindre dix fois ou plus le diamètre du récepteur de lumière. Si la surface du récepteur est faible par rapport à la distance d, l'O.N. du récepteur sera petite, comme le laisse entendre l'équation (7). Si la source répond au diagramme de Lambert, le flux total couplé sera une fonction du carré de cette petite ouverture numérique.

Pour rendre le couplage plus efficace, il est possible d'utiliser des lentilles. Pour en comprendre le système, nous rappellerons quelques notions élémentaires d'optique. Les premières concernent les équations fondamentales des lentilles. En se reportant à la figure 5, une lentille biconvexe permet de renvoyer l'image de la source sur le récepteur. La source se trouve à la distance d_S, de la lentille et l'image réelle se forme à la distance d_R, dépendant de la distance focale de la lentille. La relation f entre d_S, d_R est l'équation fondamentale des lentilles :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_S} + \frac{1}{d_R} \quad (10)$$

avec f = **distance focale**

d_S = **distance source-lentille**

d_R = **distance lentille-image**

Ce système de lentille est focalisé lorsque le récepteur est placé à la distance d_R, de la lentille (en résolvant l'équation (10), si f et d_S sont connus).

Lorsqu'il y a focalisation, l'image de la source (sur le plan du récepteur) est agrandie. L'agrandissement, m, est égal au rapport :

$$m = \frac{d_R}{d_S} \quad (11)$$

$$m^2 = \frac{A_{S,M}}{A_S} \quad (12)$$

où $A_{S,M}$ = **image de la source (source agrandie)**

et A_S = **surface de la source**

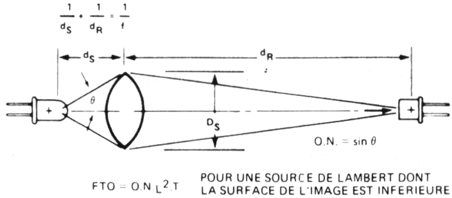


FIGURE 5 — Système de focalisation émetteur-détecteur par lentille biconvexe

En partant des équations (10) et (11), l'agrandissement peut se calculer en fonction de la distance focale et de la distance d_S entre la source et la lentille.

$$A_{S,M} = m^2 A_S = \left(\frac{f}{d_S - f}\right)^2 \cdot A_S \qquad (13)$$

Lorsque la distance d_S est égale au double de la distance focale f, l'image se produit à la distance $d_R = 2f$ de l'autre côté de la lentille, auquel cas, la surface de l'image $A_{S,M}$ est égale à celle de la source A_S, ce que l'on définit comme un système de grandissement 1 ou système 2f.

Les lentilles ont elles aussi une ouverture relative, qui peut se définir soit comme une O.N., soit comme un nombre f/. Ce nombre est égal au rapport entre la distance focale et le diamètre de la lentille. L'ouverture numérique et le nombre f/ varient en raison inverse, si bien qu'un nombre f/ de petite valeur provoquera une O.N. proportionnellement plus grande.

En partant de la figure 5, le diamètre réel de la lentille est D_L et, en fonction de cela, son ouverture numérique est d'environ $D_L/2d_S$, comme l'indique l'équation (7). En comparant les définitions du nombre f/ et de l'O.N., on en déduit :

$$\text{Nombre f/} = \frac{f}{D_L} \qquad \text{O.N.} \approx \frac{D_L}{2d_S}$$

$$\text{Nombre f/} = \frac{1}{2\,\text{O.N.}} \left(\frac{f}{d_S}\right) \qquad (14)$$

Si $d_S = f$, la source est focalisée à l'infini et O.N. = 1/2 nombre f/.
Si $d_S < f$, l'image est virtuelle, elle se trouve du côté de la source et la lentille est moins efficace pour améliorer le couplage.

Couplage par lentille

Le flux couplé par une lentille dépend de son O.N. et de l'ouverture en sortie de la source. Si on considère le système de focalisation à lentille de la figure 5, le flux qui arrive au point où se forme l'image est égal au carré de l'O.N. de la lentille divisé par le carré de l'O.N. de la source, le tout multiplié par la transmittance de la lentille, T. La FTO est donc égal à :

$$\text{FTO} = \frac{\phi_R}{\phi_S} = \left[\frac{\text{O.N.}_L}{\text{O.N.}_S}\right]^2 \cdot T \qquad (15)$$

Lorsque la source répond au diagramme de rayonnement de Lambert, l'équation se simplifie pour devenir :

$$\text{FTO} = \frac{\phi_R}{\phi_S} = \text{O.N.}_L^2 \cdot T \qquad (16)$$

Nous allons illustrer cela par un exemple pratique :

Données : Surface du détecteur, $A_D = 0{,}1\ mm^2$
Surface de la source de Lambert, $A_S = 0{,}1\ mm^2$
Flux en sortie de la source, $\phi_S = 100\ \mu W$
Ouverture numérique de la lentille, $O.N._L = 0{,}5$
Distance focale de la lentille, f = 5 mm
Transmittance de la lentille, T = 0,95
Distance lentille-source, $d_S = 20$ mm
Distance lentille-récepteur, $d_R = 6{,}67$ mm

L'équation (15) nous permet de calculer le flux en sortie du récepteur :

$$\phi_R = \phi_S\, \text{O.N.}_L^2 \cdot T \qquad (17)$$

$$\phi_R = 100\ \mu W\ (0{,}5)^2 \cdot 0{,}95$$

$$\phi_R = 23{,}75\ \mu W$$

L'équation (12) permet de calculer la surface réceptrice :

$$A_{S,M} = \left(\frac{f}{d_S - f}\right)^2 \cdot A_S$$

$$A_{S,M} = \left(\frac{5\ mm}{20\ mm - 5\ mm}\right)^2 \cdot 0{,}1\ mm^2 = 0{,}011\ mm^2 \qquad (18)$$

On a donc concentré un flux de 23,75 μW sur une surface de 0,011 mm^2. L'équation (10) permet de calculer d_R (= 6,67 mm). Si une photodiode ayant une surface A_D, se trouve placée à cette distance d_R, la fraction du flux qui se trouve couplée au détecteur correspond au rapport entre A_D et $A_{S,M}$, si la surface du détecteur est entièrement recouverte par la surface de l'image de la source. En général, cette fraction correspond au rapport entre la portion de l'image qui se superpose au récepteur et la surface totale de l'image de la source, et ne peut donc dépasser l'unité même si la surface du détecteur A_D est plus grande que celle de l'image de la source $A_{S,M}$.

$$\text{Couplage détecteur} = K_D = \frac{A_D}{A_R} \leqslant 1 \qquad (19)$$

L'amélioration du couplage se déduit de la comparaison entre un système à couplage par lentille et un système à couplage direct.

$$\frac{\phi_L}{\phi_{n-L}} = \frac{\text{O.N.}_L^2 \cdot T}{\text{O.N.}_R^2} \quad ; \quad \text{O.N.}_R^2 = \frac{A_D}{\pi\,(d_S + d_R)^2}$$

$O.N._R$ étant calculé à partir de l'équation (7), en posant $d = d_S + d_R$

$$\frac{\phi_L}{\phi_{n-L}} = \frac{(0{,}5)^2 \cdot 0{,}95}{4{,}47 \times 10^{-5}} = 5{,}3 \times 10^3$$

Ce qui correspond à un gain du couplage de 37 dB.

Les réflecteurs

Certaines applications des détecteurs optiques comme la lecture de codes-barres, la détection de bord d'une feuille de papier, la tachymétrie optique, utilisent les propriétés réfléchissantes de l'objet ou de l'élément à détecter.

La réflexion du flux incident peut être spéculaire ou diffuse. Un réflecteur spéculaire (ou à miroir) est un réflecteur pour lequel l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence. Ainsi, si un rayon arrive sur le réflecteur sous un angle incident de 20° par rapport à sa normale, il sera réfléchi sous un angle de 20° par rapport à cette normale et de 40° par rapport à l'angle incident. Un réflecteur spéculaire peut être constitué par un miroir ou une surface métallique polie (comme une roue codeuse, par exemple). Un réflecteur est caractérisé par son coefficient de réflexion, ρ, inférieur ou égal à l'unité. Son ouverture numérique $O.N._{R\text{-}S}$, est identique à celle de la source. Le flux réfléchi est égal au flux incident multiplié par le coefficient de réflexion.

$$\phi_{SORTIE} = \phi_{ENTREE} \frac{O.N._L{}^2}{O.N._{RS}{}^2} \times \rho \text{ avec } O.N._{RS} = O.N._L$$

$$\phi_{SORTIE} = \phi_{ENTREE} \times \rho \qquad (20)$$

On suppose le coefficient de réflexion constant sur l'éventail de longueur d'ondes utilisé. Si cela n'est pas possible, il faut tenir compte du coefficient de réflexion en fonction de la longueur d'onde $k\rho\ (\lambda)$, pour corriger les résultats suivant le spectre émis.

Un réflecteur diffusant parfait se caractérise par son diagramme de rayonnement Lambertien. Le rapport entre le flux réfléchi (en sortie) et le flux reçu est égal à :

$$\frac{\phi_{SORTIE}}{\phi_{ENTREE}} = \frac{(O.N._{RECEPTEUR})^2}{(O.N._{REFLECTEUR})^2} \times \rho \qquad (21)$$

Dans la plupart des applications typiques, les deux O.N. sont égales. De plus, l'O.N. de la surface diffusante est égale à l'unité. Dans ce cas, l'équation (21) devient :

$$\frac{\phi_{SORTIE}}{\phi_{ENTREE}} = O.N._L{}^2 \times \rho \qquad (22)$$

Les réflecteurs ne sont jamais parfaitement réfléchissants ni parfaitement diffusants. Un réflecteur diffusant peut paraître réfléchissant à une longueur d'onde particulière et diffusant à une autre. Les propriétés réfléchissantes peuvent se modifier avec l'angle d'incidence.

Il peut être intéressant de calculer le rapport relatif de la réflexion entre un réflecteur réfléchissant et un réflecteur diffusant dans une application comme le détecteur optique. En supposant que dans les deux cas ϕ_{ENTREE} est égal et que l'on utilise la même lentille, on obtient en utilisant les équations (20) et (21) le rapport suivant :

$$\frac{\phi_{SORTIE\ (REFLECHISSANT)}}{\phi_{SORTIE\ (DIFFUSANT)}} = \frac{\rho_S}{O.N._L{}^2\ \rho_D} \qquad (23)$$

C'est ainsi que si le réflecteur a une ouverture $O.N._L = 0{,}3$, le gain obtenu avec un miroir réflecteur sera supérieur de 10,45 dB à celui d'un réflecteur diffusant.

Couplage à l'aide de deux lentilles de même focale

Nous avons montré précédemment que la surface de la source pouvait être agrandie ou réduite par l'intermédiaire d'une lentille. Il est ainsi possible, en utilisant deux lentilles de même focale, de réduire les images de la source et du récepteur et de les faire se superposer sur un même plan situé à une certaine distance entre la source et le récepteur.

La figure 6 montre comment focaliser ces deux images au même point à l'aide de deux lentilles plan-convexes. En utilisant les données fournies précédemment au paragraphe «Couplage», le rapport de transfert total peut se retrouver en suivant la marche ci-après :

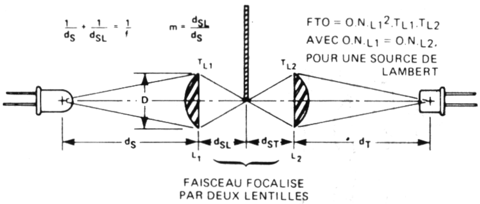


FIGURE 6 – Focalisation intermédiaire du faisceau lumineux au moyen de deux lentilles plan-convexes

Etape 1 **Flux dans la lentille 1**

$$\frac{\phi_{L1}}{\phi_S} = \frac{O.N._{L1}{}^2 \text{ d'entrée}}{O.N._S{}^2} \cdot T_{L1} \qquad (24)$$

Etape 2 **Flux dans la lentille 2 à partir de la lentille 1**

$$\frac{\phi_{L2}}{\phi_{L1}} = \frac{O.N._{L2}{}^2 \text{ d'entrée}}{O.N._{L1}{}^2 \text{ de sortie}} \cdot T_{L2} \qquad (25)$$

Etape 3 **Fonction de transfert optique**

$$FTO = \frac{\phi_{L2}}{\phi_S} \qquad (26)$$

$$= \frac{O.N._{L1}{}^2 \text{ d'entrée}}{O.N._S{}^2 \text{ de sortie}} \cdot \frac{O.N._{L2}{}^2 \text{ d'entrée}}{O.N._{L1}{}^2 \text{ de sortie}} \cdot T_{L1} \cdot T_{L2}$$

Il est intéressant de noter que dans une telle fonction de transfert, chaque terme peut être évalué individuellement et que la fonction est égale au produit des termes.

En pratique, l'ouverture numérique d'entrée de la lentille 1 est égale à celle de sortie de la lentille 2. Si l'on utilise une source répondant au diagramme de Lambert dans le cas de l'équation (24), l'équation se simplifie pour devenir $O.N._{L1}{}^2\ T_{L1}$. Ces deux conditions permettent de poser l'équation suivante :

$$FTO = \frac{\phi_{L2}}{\phi_S} = O.N._{L1}^2 \cdot T_{L1} \cdot T_{L2} \qquad (27)$$

La dimension de l'image apparaissant à mi-distance des deux lentilles est déterminée par le facteur de grandissement $m = d_{SL}/d_S$. Il est ainsi possible d'amener l'image de la source et du récepteur à la dimension d'un point qui peut servir de référence pour détecter le bord d'un trou ou d'une feuille de papier.

Système réflecteur à couplage par lentilles

Si l'on place les deux lentilles du système précédent côte à côte avec une inclinaison permettant d'obtenir deux images superposées devant les lentilles, on obtient un détecteur à réflexion à couplage par lentilles, comme le montre la figure 7.

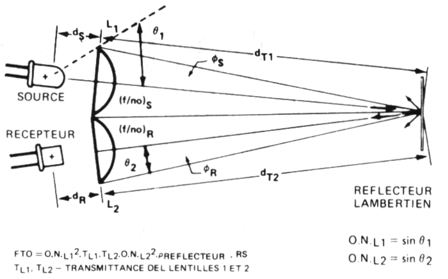


FIGURE 7 – Couplage par réflexion faisant appel à deux lentilles focalisées en un même point

Tout système mécanique suppose des tolérances d'alignement qui s'opposent à une superposition absolue des deux images focalisées en un même point. Le rapport de superposition, RS, est égal à :

$$RS = \frac{\left(\text{SURFACE DE L'IMAGE DE LA SOURCE QUI SE SUPERPOSE A CELLE DU RECEPTEUR}\right)}{\left(\text{SURFACE TOTALE DE L'IMAGE DE LA SOURCE}\right)} \leqslant 1 \qquad (28)$$

Ce rapport peut varier entre 0 et 1. A 0, il n'y a pas de couplage; à 1, le couplage est maximal. Si les deux images se superposent, le rapport de chevauchement est égal à 1. On a donc intérêt à avoir une image du récepteur de surface supérieure à celle de la source pour réduire les effets des tolérances d'alignement.

La quantité de flux couplé dépend du type et de la réflectance du réflecteur placé à l'endroit où les deux images se superposent et de l'O.N. des lentilles.

Les équations (26), (27), (22) et (28) permettent de calculer la fonction de transfert optique d'un réflecteur diffusant.

$$FTO = O.N._{L1}^2 \cdot T_{L1} \cdot T_{L2} \cdot O.N._{L2}^2 \cdot \rho_D \cdot RS \qquad (29)$$

dans laquelle ρ_D = coefficient de réflexion du réflecteur diffusant, les autres termes étant définis figure 7.

FTO se calcule de façon similaire pour un réflecteur à miroir.

$$FTO = O.N._{L1}^2 \cdot T_{L1} \cdot T_{L2} \cdot \rho_S \cdot RS \qquad (30)$$

avec ρ_S = coefficient de réflexion du réflecteur réfléchissant

En conclusion, on peut noter qu'un réflecteur à miroir fournit un flux supérieur à un réflecteur diffusant. Il a pourtant un défaut majeur : il suffit qu'il s'écarte de peu de sa position angulaire normale pour que le flux ne soit plus dirigé sur la cible comme le montre la figure 8.

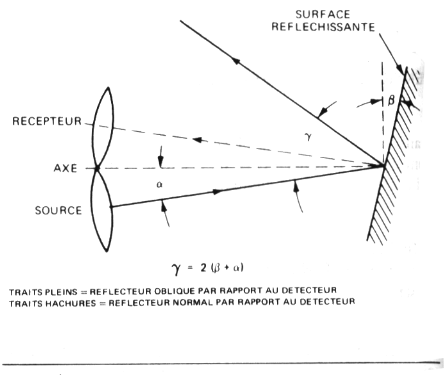


FIGURE 8 – Influence du positionnement lors de l'emploi d'une surface réfléchissante

Couplage par réflexion du HEDS-1000

La majorité des problèmes d'alignement que l'on trouve sur des systèmes similaires à éléments discrets sont éliminés avec le détecteur optique à réflexion de haute résolution HEDS-1000. Ce détecteur est constitué d'une source lumineuse et d'un récepteur focalisés avec des optiques 2f. Le système optique est constitué d'une double lentille asphérique dont l'ouverture numérique réelle est de 0,3. Tous ces éléments sont logés dans un boîtier T0-5 muni d'une fenêtre de verre comme le montre la figure 9.

Le flux émis, ϕ_e, est spécifié dans la fiche technique comme étant le flux couplé par la lentille de la source. Ceci signifie que pour développer la fonction de transfert optique, il suffit de connaître la fonction de transfert optique de la lentille du récepteur. Les fonctions de transfert optiques du HEDS-1000 et d'un réflecteur diffusant ressembleront à celles d'un système à lentille unique à laquelle on aura ajouté la transmittance de la fenêtre de verre, T_F, et la FTO du réflecteur.

$$\mathrm{FTO} = \frac{\phi \mathrm{RECEPTEUR}}{\phi \mathrm{REFLECTEUR}} = T_L \times T_F \times RS \times \mathrm{FTO}_{REFLECTEUR} \qquad (31)$$

La surface réceptrice du HEDS-1000, A_R, est égale à 0,160 mm^2 et celle de la source, A_S, à 0,023 mm^2. Le rapport A_R/A_S est supérieur à 1, ce qui signifie que dans l'opération de focalisation, RS, est égal à 1.

Les équations qui suivent donnent des exemples de calcul du flux reçu par la photodiode dans le cas d'un réflecteur diffusant.

Etape 1 FTO du réflecteur diffusant **(32)**

$$\mathrm{FTO} = \mathrm{O.N.}_L{}^2 \times \rho_D$$

Etape 2 FTO total du HEDS-1000 en utilisant le résultat de l'étape 1 et l'équation (31)

$$\mathrm{FTO} = T_L \times T_F \times RS = \mathrm{O.N.}_L{}^2 \times \rho_D$$

Etape 3 En prenant

$\mathrm{O.N.}_L = 0{,}3; \quad \rho_D = 98\%;$

ϕ_e (FICHE TECHNIQUE) $= 9\ \mu W;$

$T_F = 0{,}9; \quad T_L = 0{,}8$ et $RS = 1$

$$\mathrm{FTO} = (0{,}8)\,(0{,}9)\,(1)\,(0{,}3)^2\,(0{,}98) = 0{,}064$$

Etape 4 ϕREFLECTEUR $= \phi_e$ (FICHE TECHNIQUE)

ϕRECEPTEUR $= \phi$REFLECTEUR (FTO)

ϕRECEPTEUR $= 576$ nW

Si l'on avait utilisé un réflecteur non diffusant, le flux sur le récepteur aurait été le produit de la transmittance du verre, de la lentille, de RS, de l'O.N. et de la réflectance du réflecteur ρ_S, ce que montre l'équation (33).

(33)

$$\phi \mathrm{RECEPTEUR} = \phi \mathrm{REFLECTEUR}\,(T_L)\,(T_F)\,(RS)\,(\rho_S)$$

$$\rho_S = 0{,}95$$

$$\phi \mathrm{RECEPTEUR} = 9\ \mu W\,(0{,}8)\,(0{,}9)\,(1)\,(0{,}95) = 6{,}16\ \mu W$$

En utilisant l'ouverture numérique de la lentille du récepteur, il est possible de calculer la fonction de transfert optique et à partir de cette dernière, le flux reçu à la surface du récepteur. En partant de la courbe de réponse de la diode réceptrice, il est donc possible d'évaluer le photocourant.

PARAMETRES DES DETECTEURS OPTIQUES

Introduction

La lecture des codes-barres, la détection de bord de feuilles, et les tachymètres optiques ont des caractéristiques spécifiques qui demandent des qualités de résolution optique et des performances électriques particulières au système de détection.

Les paragraphes qui suivent étudient la résolution optique et les performances du HEDS-1000 lorsque l'objet à détecter ne se trouve plus au point focal.

Fonction de transfert de modulation

La résolution optique d'un système optique à réflexion dépend du recouvrement de l'image focalisée sur la surface du réflecteur. Ceci peut être limité par la dimension de l'image du récepteur ou de la source (celles des deux qui est la plus petite). La résolution optique est définie comme étant la possibilité de distinguer entre elles, des lignes séparées ayant des facteurs de réflexion différents. La figure 10 montre une série de barres séparées par des blancs et la réponse à ce type de dessin lorsque l'on déplace latéralement un ensemble source-récepteur. On suppose que la réflectance, $\rho_{REFLECTEUR}$, est plus grande que celle des barres situées entre les réflecteurs. La conclusion que l'on peut tirer de ce dessin est que la possibilité du détecteur à distinguer des parties réfléchissantes séparées par des intervalles, I, augmente comme la largeur de I.

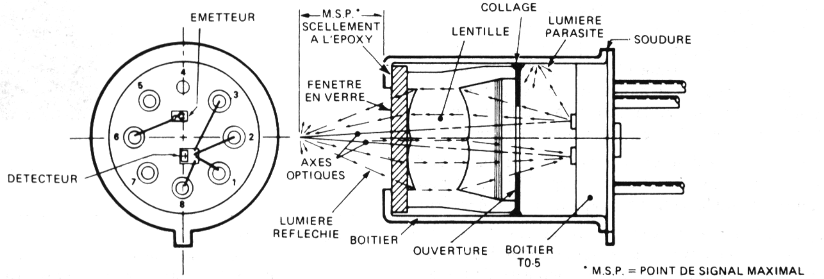


FIGURE 9 – Constitution du détecteur par réflexion de haute résolution HEDS-1000

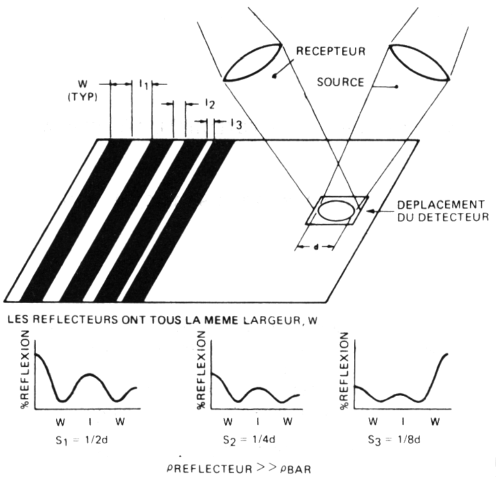


FIGURE 10 – Résolution d'un système de détection à réflexion optique

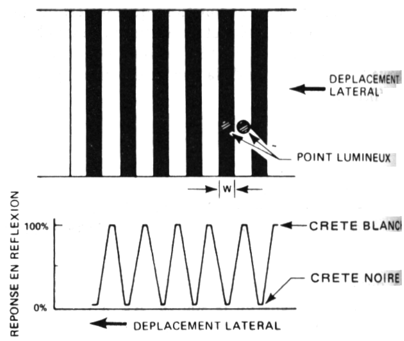


FIGURE 11a, b – Courbe de réponse pour des barres noires et blanches de même largeur

$$\text{Résolution } \alpha \frac{s}{d} \tag{34}$$

La figure 11a, b montre un objet constitué de bandes alternativement blanches (réfléchissantes) et noires (non réfléchissantes) de même largeur. Lorsqu'un récepteur fournit une image circulaire de diamètre, d, qui se trouve entièrement sur une partie réfléchissante (blanche), on obtiendra le signal lumineux réfléchi au maximum ou à 100%. De même, lorsque l'image est entièrement contenue par une bande noire, la réflexion sera minimale ou de 0%. La différence entre la réponse max. et min. détermine la réponse de l'amplitude crête dans les conditions de largeur de ligne et de diamètre de l'image.

Si le point lumineux se déplace latéralement sur la transition noir-blanc, la réponse aura la forme d'une rampe dont la pente (% de REPONSE/distance latérale) dépendra du diamètre de l'image, ce que montre la figure 12a. Le point où la réponse est de 50% (figure 12b) indique que l'image est à moitié sur un blanc et à moitié sur un noir. Lorsque le déplacement se poursuit sur la surface, la courbe de réponse, dans le cas de la figure 11a, est trapézoïdale (figure 11b).

Dans le cas de l'analyse de bandes noires et blanches de largeur inférieure au diamètre de l'image, la réponse min./max. a une amplitude réduite par rapport au cas précédent.

La figure 13 donne un exemple de ce cas. La réponse 0-100% a lieu pour $W_2 = 3$, alors que pour $W_1 = 1$, le rapport entre la réponse maximale et minimale n'est que de 33%, ce qui montre que la réponse est proportionnelle à la largeur des bandes. La comparaison entre les performances

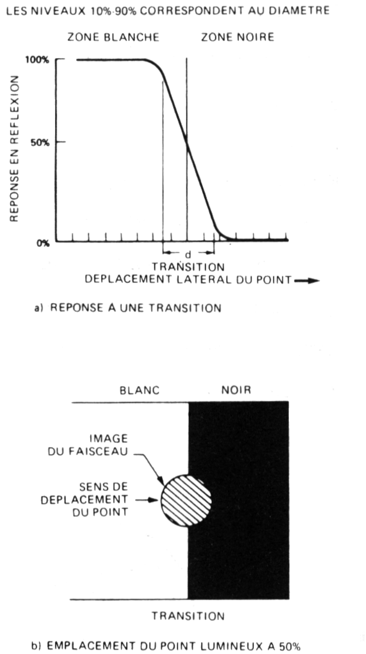


FIGURE 12 – Réponse sur une transition
a) Courbe de réponse
b) Emplacement du point lumineux pour une réponse de 50%

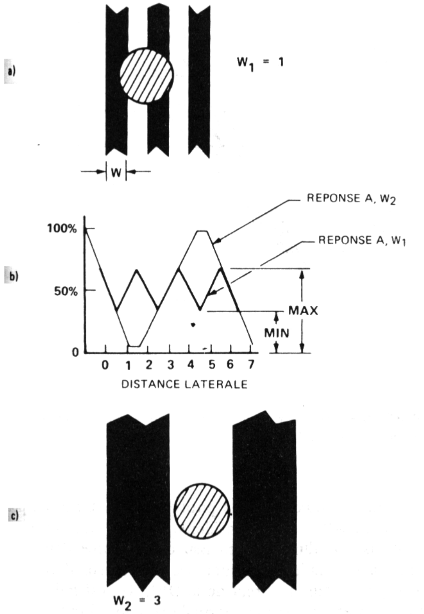


FIGURE 13 — Modulation de la réflexion pour différentes largeurs des barres et intervalles

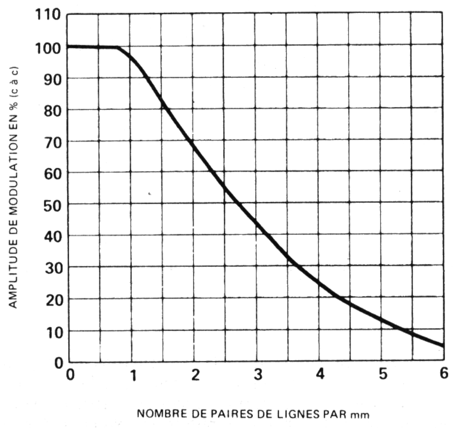


FIGURE 14 — Fonction de transfert de modulation du HEDS-1000

lorsque les barres sont étroites et celles obtenues pour une réponse à 100%, fournit le rapport de modulations; il est obtenu en utilisant l'équation (35) à partir des données de la figure 13.

$$\text{Modulation} = \frac{\text{MAX} - \text{MIN}}{\text{MAX} + \text{MIN}} \qquad (35)$$

Les valeurs de modulation en fonction de la largeur des paires de lignes pour une dimension fixe de l'image s'appelle fonction transfert de modulation ou FTM, de l'image optique : elle est définie comme une réponse en pourcentage à une densité de lignes particulière. La densité, D, est définie par le nombre de paires de bandes noires-blanches par mm (paires de lignes/mm). Cette densité est donnée par l'équation (36) :

$$D = \text{paires de lignes/mm} = \frac{1}{2 \text{ largeurs de ligne (mm)}} \qquad (36)$$

La figure 14 illustre une fonction transfert de modulation du HEDS-1000. Dans une application, comme l'analyse de codes-barres ou la mesure de vitesse par procédé optique (tachymètre), la densité se calcule à l'aide de l'équation (36). Si un ensemble de barres noir-blanc ayant une largeur de barres de 0,254 mm doit être analysé avec un HEDS-1000, les caractéristiques calculées à partir de l'équation (36) donnent une densité de 1,97 (paires de lignes/mm) et la fonction transfert de modulation lue sur la courbe de la figure 14 est de 70%.

La fonction transfert de modulation montre que si un réflecteur sur lequel est inscrit un ensemble de lignes est analysé avec un HEDS-1000, le flux réfléchi est plus faible que celui obtenu avec un réflecteur vierge. C'est pourquoi la fonction transfert de modulation doit compléter la fonction de tranfert optique (équations (32) et (33)).

Profondeur de champ

La fonction transfert optique d'un système réfléchissant fait l'objet des paragraphes «Système réflecteur à couplage par lentilles et couplage par réflexion du HEDS-1000». Dans chaque cas, on a supposé que l'image de la source et celle reçue par le récepteur sont focalisées sur le même plan. Dans la plupart des applications, l'alignement mécanique du détecteur et de l'élément réfléchissant ne se trouvent pas au point de focalisation.

Au fur et à mesure que l'objet réfléchissant se déplace par rapport au foyer, l'image devient plus ou moins floue. Dans un système à réflexion, la défocalisation atteint à la fois l'image de la source et l'image reçue. Le rapport entre les surfaces des deux images qui se superposent définit une «fraction de chevauchement» proportionnelle en raison inverse à la défocalisation.

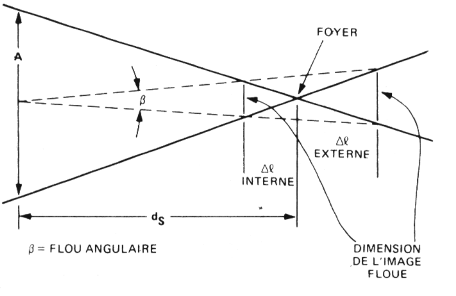


FIGURE 15 — Défocalisation en fonction de la profondeur de champ

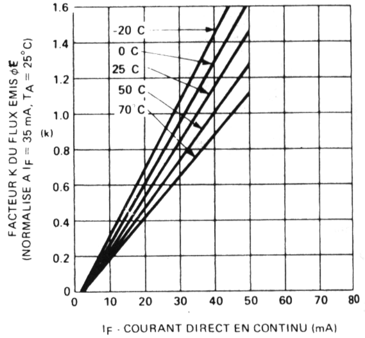


FIGURE 16 — Facteur K de ϕ_e en fonction du courant direct en continu dans la DEL

La variation de netteté due à la défocalisation du couplage en fonction de la distance au réflecteur s'appelle la profondeur de champ, $\Delta\ell$. La figure 18 illustre la netteté relative en fonction de la distance au réflecteur . Noter la réponse dissymétrique selon que l'on se trouve en avant ou en arrière du foyer. La variation en % du photocourant Ip ($\Delta\ell$) en fonction de la variation de distance est plus faible entre le plan de référence et le point de signal maximal qu'entre ce dernier et un point situé au-delà du foyer. Ceci est dû au fait que le manque de netteté est moins important en-deçà du point de signal maximal qu'au-delà, ce que montre la figure 15. L'image floue pour un $\Delta\ell$ situé en avant du foyer est moins importante que pour un $\Delta\ell$ situé en arrière du foyer. Il en résulte qu'avec un système à lentilles comme celui de la figure 9, la fraction représentant le chevauchement RS est plus faible dans un cas que dans l'autre.

La défocalisation du système optique agit aussi sur la fonction de transfert de modulation. Au fur et à mesure que le système est défocalisé, la dimension de l'image augmente, provoquant une réduction du transfert de modulation pour une valeur spécifiée de paires de lignes/mm.

Fonction de transfert total du HEDS-1000

La fonction de transfert optique du HEDS-1000 est étudiée au paragraphe «Couplage par réflexion du HEDS-1000». D'après cette étude, les performances d'un détecteur à réflexion ont été définies comme le rapport entre le flux incident, ϕR, sur le récepteur et le flux incident, ϕ_e, sur le réflecteur, c'est-à-dire que FTO = ϕ_R/ϕ_e. L'utilisateur a d'autre part besoin de connaître la relation qui lie le courant fourni à l'émetteur I_F et le photocourant I_{PR} délivré par le détecteur. Cette relation s'appelle fonction de transfert électrique du détecteur ou encore fonction de transfert total, FTT.

FTT est le produit de la fonction de transfert optique par le flux issu de l'émetteur ϕ_e et la réponse au flux R_ϕ de la photodiode. L'équation de la fonction de transfert total est la suivante (37) :

$$FTT = \frac{I_{PR}}{I_F} = R_\phi \cdot FTO \cdot \phi_e(I_F) \cdot K \qquad (37)$$

La réponse au flux R_ϕ de la photodiode à 700 nm a pour valeur 0,22 A/W et est considérée comme constante dans les calculs. Le flux émis ϕ_e issu de la source dépend du courant à travers la DEL émettrice. Le facteur K reliant le flux ϕ_e et le courant direct de la DEL, I_F, est indiqué à la figure 17. Cette courbe est normalisée pour 35 mA et 25°C. La valeur typique de 9 μW indiquée dans la fiche technique correspond donc à ces données.

L'exemple suivant indique comment utiliser la fonction de transfert total dans le cas d'un lecteur de codes-barres.

Données : $I_F = 45$ mA
ϕ_e (à 35 mA) $= 9\ \mu W$
$T_A = 25°C$
Réflecteur = Lambertien
$\rho_D = 0,85$ à 700 nm
Largeur d'une barre = 0,254 mm
Profondeur de champ = $\Delta\ell = 0,6$ mm
$O.N._L = 0,3$
$T_F = 0,9$
$T_L = 0,8$
$R_\phi = 0,22$ A/W

La fonction transfert totale est donc égale à

$$FTT = \frac{I_{PR}}{I_F} = R_\phi \cdot T_L \cdot T_F \cdot O.N._L^2 \cdot \rho_D \cdot RS\ (\Delta\ell) \times MFT \cdot \phi_e \cdot K \qquad (38)$$

La première étape consiste à évaluer la valeur du chevauchement RS ($\Delta\ell$) = % I_{PR} ($\Delta\ell$) qui dépend de la profondeur de champ, $\Delta\ell$. La figure 19 permet de retrouver que % I_{PR} ($\Delta\ell$) = 50% = 0,5; ce qui donne RS.

La deuxième étape permet de déterminer la fonction de transfert de modulation , FTM, pour une largeur de barre

de 0,254 mm et une profondeur de champ de 0,6 mm. L'équation (36) nous permet de calculer F = 1,97 paire de lignes/mm et la courbe de la figure 14 nous permet de constater que pour cette valeur, FTM est égal à 70%.

Enfin, la troisième étape consiste à déterminer le facteur K. En se reportant à la figure 16, on voit que pour I_F = 45 mA, K = 1,3 à 25°C.

Les valeurs ainsi trouvées sont introduites dans l'équation (38) pour trouver le photocourant réfléchi, I_{PR}.

$$I_{PR} = 0{,}22\ A/W \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}9 \cdot (0{,}3)^2 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}7 \cdot 9\ \mu W \cdot 1{,}3$$

soit $I_{PR} = 49{,}6$ **nA**

La conclusion que l'on peut tirer de cet exemple est que de nombreux facteurs influent sur la fonction de transfert total.

Interface logique du HEDS-1000

Le détecteur optique à réflexion HEDS-1000, de haute résolution, permet de réaliser des dispositifs à détection optique. Il est constitué d'un émetteur à DEL travaillant à 700 nm, d'une lentille double asphérique et d'un photodétecteur. La cathode de l'émetteur à DEL et le substrat du photodétecteur sont reliés électriquement au boîtier. Le photodétecteur peut être utilisé en photodiode simple ou en photodiode suivie d'un amplificateur à transistor.

Interconnexion de la photodiode

La photodiode, intégrée au photodétecteur, est isolée du substrat du boîtier par les diodes constituées par le substrat. Ces diodes apparaissent entre la cathode de la photodiode et le collecteur du transistor et le substrat du boîtier qui leur est commun.

La figure 17 indique comment réaliser les interconnexions des bornes non utilisées du détecteur lorsque l'on désire n'utiliser que la photodiode. Il faut prendre soin de polariser les diodes de substrat en inverse pour ne pas créer un court-circuit qui détruirait le substrat des autres éléments.

La photodiode fonctionne comme une source de courant qui, sous l'effet d'un flux optique, génère un photocourant en fonction de sa réponse au flux, R_ϕ, qui est approximativement de 0,22 μA/μW à 700 nm. Le photocourant total, I_P, généré par cette photodiode, est la somme de deux courants, le photocourant réfléchi, I_{PR}, et le photocourant parasite, I_{PS}, d'où $I_P = I_{PR} + I_{PS}$.

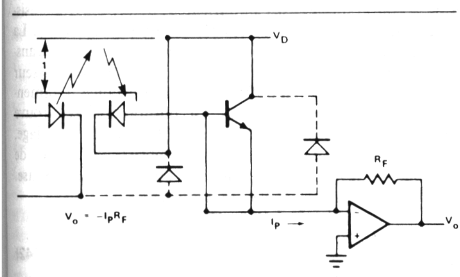


FIGURE 17 – Amplificateur de photodiodes à transrésistance

Photocourant parasite, I_{PP}

Le photocourant parasite résulte du flux produit par d'autres sources que la surface du réflecteur qui atteint le détecteur. Le flux parasite est dû en majeure partie aux réflexions sur les parois du boîtier produites par les rayons divergents issus de la DEL émettrice. La lumière ambiante peut aussi être une source de photocourant parasite, mais cette source d'erreur a été en grande partie éliminée par l'usage d'un filtre optique de grande longueur d'onde. Ce filtrage est obtenu en colorant en rouge la lentille double.

Rapport I_{PR} - I_{PP}

L'amplitude du photocourant parasite dû aux réflexions internes est directement proportionnelle au courant direct, I_F, dans la DEL et au rendement relatif de l'émetteur. Lorsque l'émetteur fonctionne en courant continu, le photocourant parasite au repos est en relation directe avec les spécifications et le cas le plus défavorable, ou avec les valeurs typiques de $I_{P\,(MIN)}$ et de $I_{P\,(MAX)}$ liées au rapport du photocourant parasite I_{PR}/I_{PP}. Le photocourant spécifié pour le HEDS-1000 est le photocourant total, I_P, égal à la somme de I_{PR} et de I_{PS}. Le rapport I_{PR}/I_{PS} est appelé facteur de qualité du détecteur (facteur Q). Ainsi, si Q croît pour un I_P donné, la valeur du courant parasite, I_{PS}, décroît. Une analyse du cas le plus défavorable de I_{PS}, avec un Q minimal égal à 4 et un courant de DEL de 35 mA, produit un $I_{PS\,(MIN)}$ de 20 nA si $I_{P\,(MIN)}$ = 100 nA et un courant $I_{PS\,(MAX)}$ de 50 nA si $I_{P\,(MAX)}$ = 250 nA. Une valeur de Q = 6,5 typique fera varier I_{PS} de 13 nA à 33 nA.

L'équation (39) donne les relations entre le facteur de qualité Q et I_P, I_{PS} et I_{PR} :

$$Q = \frac{I_{PR}}{I_{PS}} \qquad I_P = I_{PS} + I_{PR} \qquad (39)$$

$$I_{PR} = I_P\,[Q/(Q+1)] \qquad I_{PS} = I_P\,[1/(Q+1)]$$

avec Q = **facteur de qualité**

I_P = **photocourant total**

I_{PR} = **photocourant réfléchi**

I_{PS} = **photocourant parasite**

Profondeur de champ en fonction du point de signal maximal

La figure 18 montre que le photocourant, I_{PR}, maximal est réfléchi à 100% à l'endroit distant du plan de référence appelé «point de signal maximal». Elle montre ainsi que la valeur du photocourant réfléchi, I_{PR}, diminue si le réflecteur est déplacé de part et d'autre de ce point de signal maximal. La réponse de I_{PR} sur le HEDS-1000 est relativement symétrique en fonction de la distance, ℓ, de ce point. La profondeur de champ de ce système est définie comme la distance, $\Delta\ell$, qui sépare deux points correspondants à un pourcentage identique de la réponse de part et d'autre du point de signal maximal. La réponse correspondant à un I_{PR} de 50% définit la profondeur de champ correspondant à la moitié du maximum. La profondeur de champ, $\Delta\ell$, que l'on trouve sur la figure 18 correspond alors à 1,2 mm. Ainsi, si le réflecteur est déplacé de la moitié de cette distance

$$I_{PR}(\Delta\ell) = \%I_{PR}(\Delta\ell) \cdot \rho \cdot I_P(I_F) \cdot Q/(Q+1) \cdot 1/O.N._L^2 \quad (41)$$

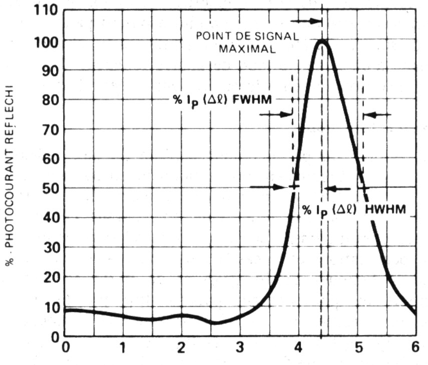


FIGURE 18 – Profondeur de champ en fonction du point de signal maximal

totale, $\Delta\ell$, par rapport au point de signal maximal, le point où I_{PR} est égal à 50% est situé à 0,6 mm de part et d'autre. Le photocourant I_{PR} réfléchi a une réponse, pour une certaine profondeur de champ, définie en % de I_{PR} ($\Delta\ell$). Cette valeur ne peut être qu'inférieure ou égale à 100%.

La valeur spécifique de I_{PR} dépend du flux émis et du type de réflecteur et du coefficient de réflexions de ce dernier, p. Le paragraphe sur les réflecteurs a montré que les surfaces réfléchissantes à miroir ont un pouvoir réfléchissant très supérieur à celui d'une surface diffusante.

Avec un réflecteur diffusant, la valeur du photocourant réfléchi, I_{PR}, pour une profondeur de champ déterminée, $\Delta\ell$, est le produit de la réponse de I_{PR} en % à cette profondeur de champ, $\%I_{PR}$ ($\Delta\ell$) par le coefficient de réflexion, ρ, du réflecteur, multiplié par le photocourant total mesuré au point du signal maximal à partir d'un réflecteur diffusant pour un courant de DEL déterminé I_P (I_F) multiplié enfin par le rapport de qualité Q/Q + 1. Cette relation est indiquée ci-dessous :

$$I_{PR}(\Delta\ell) = \%I_{PR}(\Delta\ell) \cdot \rho \cdot I_P(I_F) \cdot Q/(Q+1) \quad (40)$$

Avec un réflecteur poli, un coefficient supplémentaire doit être pris en considération. Les performances de I_{PR} du HEDS-1000 sont données pour un réflecteur diffusant, c'est pourquoi avec un miroir réflecteur, on obtient un meilleur facteur comme le montre l'équation (23). Ce facteur indique que l'amélioration de I_{PR} pour $P_S = P_D$ est proportionnelle en raison inverse au carré de l'ouverture numérique de la lentille. La réponse I_{PR} ($\Delta\ell$) est donnée par l'équation (41).

La valeur recherchée de I_{PR} ($\Delta\ell$) avec réflecteur diffusant ayant une réflectance de 75%, une profondeur de champ de 1,2 mm, un courant de DEL de 35 mA et un facteur de qualité Q = 6,5, se calcule à partir de l'équation (40). La profondeur de champ de 1,2 mm (0,6 mm de part et d'autre) correspond à 51 PR ($\Delta\ell$) de 50% et à un Ip courant typique Ip (à 35 mA) = 140 nA. I_{PR} ($\Delta\ell$) dans ces conditions est égal à 45,5 nA. Avec un miroir comme réflecteur I_{PR} ($\Delta\ell$) = 506 nA en utilisant l'équation (41) si $O.N._L = 0,3$.

Ces deux équations sont très utiles pour déterminer la variation de I_{PR} pour un réflecteur et pour une profondeur de champ déterminés. Ces éléments du système sont particulièrement importants dans la lecture des codes-barres et la détection de bord de feuille pour lesquelle la qualité du réflecteur et la profondeur de champ sont essentiellement variable.

Amplification

Chaque application détermine le type d'interface électrique nécessaire et le genre de réflecteur utilisé. L'amplitude du courant généré par la photodiode est en général trop faible pour attaquer directement une porte logique, ce qui implique l'usage d'un amplificateur. Les performances de l'amplificateur comme le gain en courant et en tension, et le type de liaison dépendent de la famille logique qu'il doit attaquer, de l'application et de la valeur du photocourant réfléchi.

Les miroirs sont en général utilisés en tachymétrie et pour détecter optiquement des limites, les réflecteurs diffusants sont plus couramment trouvés dans la lecture des codes-barres et la détection de bord de feuilles. Un amplificateur à couplage alternatif convient en tachymétrie et pour la lecture des codes-barres ; alors qu'un amplificateur à couplage continu est utilisé dans des applications plus courantes telles que les détections de bord de feuilles et des limites optiques.

La relation entre le photocourant réfléchi, I_{PR}, et le photocourant parasite, I_{PS}, a une grande influence sur les caractéristiques de l'amplificateur continu à réaliser. La première étape dans le développement de l'amplificateur est de calculer la valeur du photocourant parasite, I_{PS}, dans le cas le plus défavorable. C'est cette valeur de I_{PS} qui devient le courant de polarisation d'entrée au repos et fixe le seuil de la tension de sortie de l'amplificateur continu.

Interface TTL à transrésistance

L'amplificateur à courant continu communément utilisé avec les photodiodes est l'amplificateur de type à transrésistance. Son schéma le plus simple est donné figure 17. La configuration du circuit correspondant à la fonction transfert électrique, $V_O = -I_PR_F$, est souvent appelé convertisseur courant-tension. Un amplificateur transrésistance d'alimentation est illustré figure 19. La photodiode se trouve raccordée à l'entrée inverseuse et la tension de décalage, obtenue à partir de V_{CC} et déterminée par le diviseur de tension, $1 + R_2/R_1$, est appliquée à l'entrée non inverseuse. La fonction de transfert électrique s'écrit :

$$V_O = \frac{V_{CC}}{1 + R_2/R_1} - I_P R_F \quad (42)$$

dans laquelle $I_P = I_{PR} + I_{PS}$

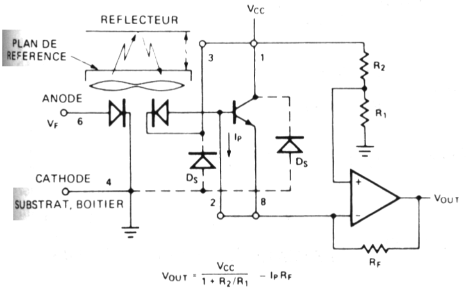


FIGURE 19 – Amplificateur de photodiodes à transrésistances avec décalage de tension

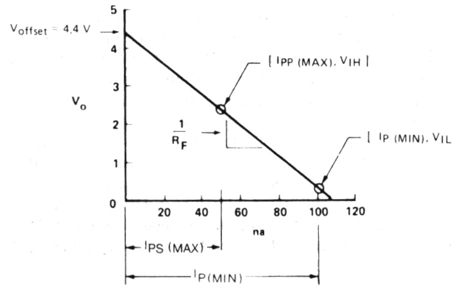


FIGURE 20 – Résolution graphique de la réalisation d'un amplificateur à transrésistance

L'équation (43) montre que pour un courant réfléchi nul, $I_{PR} = 0$, la tension de sortie, V_O, sera égale à la tension de décalage diminuée de la tension résultant du photocourant parasite, I_{PS}, multiplié par la transrésistance, R_F. La relation pour $I_{PR} = 0$ devient alors :

$$V_o = \frac{V_{cc}}{1 + R_2/R_1} - I_{PS}R_F \tag{43}$$

Lorsque l'amplificateur à transrésistance de la figure 19 est utilisé comme interface avec un dispositif à logique TTL, la tension de sortie, V_O, de l'amplificateur passe de 2 V en logique haute, V_{IH}, à 0,8 V en logique basse, V_{IL}. Pour améliorer l'immunité au bruit de l'interface, il est nécessaire d'augmenter la différence entre V_{IH} et V_{IL} qui doivent passer respectivement à 2,4 V et à 0,4 V. La tension de décalage et la valeur de la résistance de transrésistance, R_F, sont choisies pour que le photocourant parasite maximal, $I_{PS\,(MAX)} = 50$ nA, ne provoque pas la chute de la tension de sortie, V_O, au-dessous de $V_{IH} = 2{,}4$ V et que le photocourant total minimal, $I_{P\,(MIN)} = 100$ nA, amène V_O au niveau $V_{IL} = 0{,}4$ V.

Il est peu probable que $I_{PS\,(MAX)} = 50$ nA et $I_{P\,(MIN)} = 100$ nA se produisent simultanément. Un dispositif ayant un $I_{PS\,(MAX)}$ de 50 nA peut avoir un $I_{P\,(MIN)}$ de 250 nA. De même, un dispositif ayant un $I_{P\,(MIN)}$ de 100 nA peut avoir un $I_{PS\,(MAX)}$ de 20 nA.

La figure 20 permet de résoudre graphiquement la fonction de transfert électrique de l'équation (42). Les conditions d'interface de [$I_{PS\,(MAX)}$, V_{IH}] et [$I_{P\,(MIN)}$, V_{IL}] décrivent une droite dont l'intersection avec l'axe des y détermine la tension de décalage, V_{offset}, et la pente la valeur de R_F. La tension de décalage et la transrésistance peuvent être alors calculées en utilisant les équations (44) et (45).

$$V_{offset} = \frac{V_{IL}\, I_{PS\,(MAX)} - V_{IH}\, I_{P\,(MIN)}}{I_{PS\,(MAX)} - I_{P\,(MIN)}} \tag{44}$$

$$R_F = - \frac{V_{IH} - V_{IL}}{I_{PS\,(MAX)} - I_{P\,(MIN)}} \tag{45}$$

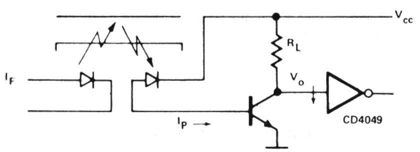
Les valeurs de V_{offset} et R_F qui satisfont aux conditions d'interface TTL se calculent aussi à partir des équations (44) et (45). Dans l'exemple, $V_{offset} = 4{,}4$ V et $R_F = 40\ M\Omega$.

L'exemple d'interface photodiode-logique montre qu'il faut tenir compte de certains paramètres dans le choix de l'amplificateur opérationnel de mesure. L'amplificateur doit avoir un très faible courant de décalage à l'entrée pour permettre de détecter de très petites valeurs de Ip. Il doit avoir un gain bien supérieur à celui de l'interface. Par exemple, le gain en courant de l'amplificateur photodiode-TTL est d'environ 85 dB, il faut donc un amplificateur ayant un gain en boucle ouverte de 100 dB. L'amplificateur à transrésistance peut avoir un dV/dt plus lent que celui nécessaire à la liaison TTL; dans ce cas, il peut être nécessaire de prévoir une bascule de Schmitt comme élément de liaison.

Interface CMOS

Le transistor interne du HEDS-1000 peut s'utiliser comme un des éléments d'un amplificateur à un ou plusieurs étages. La figure 21 donne un exemple de liaison entre la photodiode et un étage tampon constitué d'un circuit CMOS, CD4049, utilisant le transistor interne comme amplificateur.

Comme nous l'avons montré précédemment, I_{PS} et I_P peuvent varier d'un dispositif à l'autre pour des valeurs de I_F, des types de réflecteur et des distances, ℓ, identiques. Il en est de même pour le gain des transistors. L'amplificateur entre la photodiode et son transistor et la porte logique CMOS devra être étudié en fonction des variations de I_{PS}, de I_P et du gain du transistor lorsque l'on désirera un couplage direct. La figure 21 donne un schéma d'interface entre le HEDS-1000 et un circuit CMOS. Il est nécessaire, en premier lieu, de calculer le photocourant parasite dans le plus mauvais cas, $I_{PS\,(MAX)}$. Ce photocourant devient le courant de base du transistor qui, multiplié par le gain max. détermine le courant collecteur maximal produit par le photocourant parasite. Il ne faut pas que dans ce circuit le courant collecteur découlant de $I_{P\,(MAX)}$ produise une tension de sortie collecteur inférieure à 4V niveau haut de l'entrée logique. C'est pourquoi, la valeur maximale de la résistance de charge se choisit en fonction de $I_{PS\,(MAX)}$ et du gain du détecteur.



CONDITIONS

I_F = 35 mA I_P = MIN = 100 nA, MAX = 250 nA

h_{FE} = MIN = 100, MAX = 300

$$\left[\frac{I_{PR}}{I_{PS}}\right]_{(MIN)} = Q_{(MIN)} = 4 \qquad I_{PS} = \begin{matrix} 20 \text{ nA MIN} \\ 50 \text{ nA MAX} \end{matrix}$$

FIGURE 21 — Interfaces HEDS-1000 - porte CMOS

Il est prudent dans ce type d'interface d'avoir un rapport de 2 à 1 entre $I_{PS\,(MAX)}$ et $I_{P\,(MIN)}$. Une telle précaution permet de situer les contraintes correspondant au type de réflecteur, à la profondeur de champ, etc. de façon que h_{FE} soit situé entre $h_{FE\,(MIN)}$ et $h_{FE\,(MAX)}$. Les équations (40) et (41) permettent de calculer $I_P(\Delta\ell)$ pour un $I_{P\,(MIN)}$ le plus défavorable quand la profondeur de champ est de 1,2 mm. On obtiendra ainsi un $I_{P\,(MIN)}$ de 37,5 nA avec un réflecteur diffusant et un $I_{P\,(MIN)}$ de 416 nA avec un réflecteur non diffusant. En utilisant le critère $I_P(\Delta\ell)/I_{PS\,(MAX)} \geqslant 2$ ($I_P(\Delta\ell)$ étant évalué pour $I_{P\,(MIN)}$, on voit qu'il faut utiliser un miroir comme réflecteur.

A l'étape suivante, on détermine la valeur minimale de R_L correspondant à $I_P(\Delta\ell)$ et $h_{FE\,(MIN)}$ qui provoque la chute de la tension collecteur au-dessous de V_{IL} du circuit CMOS.

L'analyse du cas le plus défavorable du tableau 1 montre qu'il y a peu de marge entre $R_{L\,(MAX)}$ et $R_{L\,(MIN)}$. Si la profondeur de champ était plus faible, la marge serait meilleure.

Tableau 1 - Calcul de l'interface HEDS-1000/CMOS

Etape 1 Photocourant parasite maximal

$$I_{PS\,(MAX)} = \frac{I_{P\,(MAX)}}{Q_{MIN}+1} = \frac{250\text{ nA}}{4+1} = 50\text{ nA}$$

$$Q_{MIN} = \frac{I_{PR\,(MIN)}}{I_{PS\,(MAX)}}$$

Etape 2 $R_{L\,(MAX)}$ pour V_{IH}

$$R_{L\,(MAX)} = \frac{V_{cc} - V_{IH}}{h_{FE\,(MAX)} \cdot I_{PS\,(MAX)}} = \frac{5-4}{300 \cdot 50 \times 10^{-9}}$$

$$= 66{,}7\text{ k}$$

Etape 3 Photocourant minimal avec un miroir réflecteur à $\Delta\ell = 1{,}2$ mm

En partant de l'équation (41)

$$I_P(\Delta\ell) = \%I_P(\Delta\ell) \cdot \rho \cdot I_P \left[\frac{\text{O.N.}_{(SURFACE)}}{\text{O.N.}_{(LENTILLE)}}\right]^2$$

$$I_P(\Delta\ell) = 0{,}5 \,.\, 0{,}75 \,.\, 100\text{ nA}\left[\frac{1}{0{,}3}\right]^2 = 416\text{ nA}$$

$\rho = 75\%$; $I_{P\,(MIN)}$ à $I_F = 35$ mA $= 100$ nA

$\text{O.N.}_{(SURFACE)} = 1$; $\text{O.N.}_{(LENTILLE)} = 0{,}3$

$\%I_P(\Delta\ell)$, $\Delta\ell$ 1,2 mm $= 0{,}5$

Etape 4 $R_{L\,(MIN)}$ pour V_{IL} à $\Delta\ell$

$$R_L = \frac{V_{cc} - V_{IL}}{h_{FE\,(MIN)} \cdot I_P(\Delta\ell)} = \frac{5 - 2{,}25}{100 \times 416\text{ nA}} = 66{,}1\text{ k}$$

Etape 5 Choisir R_L = 66,2 k 1%

Amplificateur à contre-réaction en courant

Un autre problème consiste à interfacer l'amplificateur de photodiode à transistor à un comparateur différentiel de la famille LM311. Le but à atteindre est similaire à celui de la figure 21 mais la stabilité de la tension de sortie, V_O,

doit être bien supérieure. L'utilisation d'un amplificateur à contre-réaction en courant comme celui de la figure 22 permet de réduire dans de fortes proportions les variations de V_O dues à Δh_{FE} et à ΔI_{PS}. Dans le calcul de l'amplificateur, les paramètres importants sont le gain tension/courant, la stabilité et la vitesse de l'amplificateur. Si le rapport R_F/R_L tend vers 1, la stabilité de V_O s'améliore mais avec une perte de gain sur le signal. La différence entre I_{PS} et I_P ($\Delta\ell$) détermine un courant qui provoque un changement de V_O. Lorsque l'on veut une excursion de V_O plus importante, la valeur de R_L doit être augmentée selon la formule $\Delta V_O \alpha (I_P - I_{PS}) R_L$. Cependant, si R_L croît, la vitesse de l'amplificateur décroît. Les tableaux 2 et 3 donnent un exemple de calcul lorsque $R_L = 100$ k et $R_F = 10\ M\Omega$. Le seuil du comparateur différentiel de la figure 22 est déterminé par le rapport R_1/R_2 et doit être égal à 1,25 V. Cette valeur est inférieure à $V_O = 1{,}3$ V, valeur minimale au repos, due aux variations de h_{FE} et de I_{PS}. La modification de la tension de repos, provoquée par des valeurs variables de h_{FE}, peut se calculer à l'aide du facteur de stabilité désigné par s". Ce facteur correspond aux variations différentielles de I_C dues aux variations différentielles de h_{FE}, c'est-à-dire que :

$$s'' = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta h_{FE}} \right) \quad \text{pour } I_P = 0 \tag{46}$$

La stabilité de V_O est inversement proportionnelle à s". La variation différentielle de V_O, pour le circuit de la figure 22, se calcule à l'aide de la relation suivante :

$$\Delta V_O = -\Delta h_{FE} \left[s'' R_L + \frac{\delta^2 V_O}{\delta h_{FE}\, \delta I_P} \right] \tag{47}$$

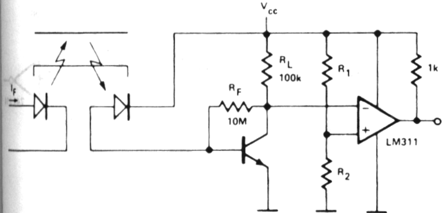


FIGURE 22 — Interface entre un amplificateur à contre-réaction en courant et un comparateur analogique

Tableau 2 - Calcul d'un amplificateur à contre-réaction en courant

TENSION DE SORTIE, V_O

$$V_O = \frac{V_{CC}\left(\frac{R_F}{h_{FE} R_L}\right) + V_{BE}\left(1 + \frac{1}{h_{FE}}\right) - R_F I_P}{\left(\frac{R_F}{h_{FE} R_L}\right) + \left(1 + \frac{1}{h_{FE}}\right)}$$

FACTEUR DE STABILITE, s" $= \dfrac{\Delta I_C}{\Delta h_{FE}}$

$$s'' \approx \frac{(R_L + R_F)\,(V_{cc} - V_{BE})}{(R_F + R_L + R_L\ h_{FE})^2}$$

Tableau 3 - Exemple pratique de réalisation

h_{FE} (MIN) = 100 ; h_{FE} (MAX) = 300 ;

I_{PS} (MAX) = 41 nA; R_L = 100 kΩ; R_F = 10 MΩ;

V_{cc} = 5 V; V_{BE} = 0,6 V

	h_{FE} = 100	h_{FE} = 300
V_O	2,60 V	1,39 V
s"	$1{,}1 \times 10^{-7}$	

Le paramètre s" est important dans les amplificateurs couplés en continu car la variation de V_O provoquée par Δh_{FE} risque d'amener les étages d'amplification montés en cascade à saturation.

Amplificateur à contre-réaction courant-tension

Quand on désire une stabilité de la tension de sortie encore meilleure, il peut être nécessaire d'employer un amplificateur à contre-réaction courant-tension modifié. Le système de polarisation utilisant R_F et R_N comme le montre la figure 23, provoque une tension de base, V_B, qui détermine I_C en fonction du rapport V_B/R_E. Ce circuit peut donner un facteur de stabilité s" dix fois supérieur à celui d'un circuit à contre réaction en courant. Ce circuit est tel que pour une variation de h_{FE} de 100 à 300, V_O ne variera que de 0,3 V, dans la configuration à contre-réaction courant-tension, alors que pour le montage de la figure 22, la variation de V_O est de 1,2 V.

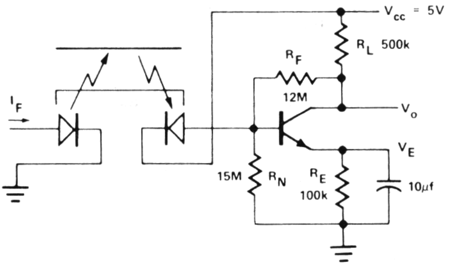


FIGURE 23 — Amplificateur à contre-réaction courant-tension

Le tableau 4 donne un exemple d'un tel circuit. Ici, V_O est réglé à 2,5 V et s'' est égal à 7,5 x 10^{-9}. V_O passe de sa valeur centrale 2,5 V à (V_O – s'' Δh_{FE} R_L) = 2,25 V dans le plus mauvais cas. Ceci nécessite un niveau de seuil du comparateur réglé à un niveau de 1,55V. Cet amplificateur présente une transrésistance de 8 MΩ, ce qui signifie que pour un Ip (Δℓ) de 100 nA, la tension de sortie V_O tombera à 1,5 V, ce qui est suffisant pour faire changer d'état logique le LM311.

Tableau 4 - Equations permettant le calcul d'un amplificateur à contre-réaction courant/tension

Etape 1 Calcul de R_L **Données : V_O et I_C**

$$R_L = \frac{(V_{cc} - V_o)}{I_C} = \frac{2{,}5V}{5\mu A} = 500k$$

Etape 2 Calcul de R_E **Données : V_E et I_E**

$$R_E = \frac{V_E}{I_E} = \frac{0{,}5}{4{,}91 \times 10^{-6}} = 101k \approx 100k$$

Etape 3 Calcul de R_N **Donnée : I_N**

$$R_N = \frac{V_E + V_{BE}}{I_N} = \frac{0{,}5 + 0{,}6}{75\ nA} = 14{,}6M\Omega \approx 15M\Omega$$

Etape 4 Calcul de R_F **Données : I_N et I_B**

$$R_F = \frac{V_o - V_E - V_{BE}}{I_N + I_B} = \frac{2{,}5 - 0{,}5 - 0{,}6}{75\ nA + 50\ nA}$$

$$= 11.2M\Omega \approx 12M\Omega$$

Etape 5 Calcul du facteur de stabilité, s''

$$s'' = \frac{\left[V_{CC} - V_{BE}\left(1 + \frac{R_F + R_L}{R_N}\right)\right](g + 1)}{R_F\ [1 + (1 + h_{FE})\ g\ ]^2}$$

$$\text{avec}\quad g = \frac{R_E}{R_N}\left(1 + \frac{R_L}{R_F}\right) + \frac{R_E + R_L}{R_F}$$

$$s'' = 7{,}5 \times 10^{-9}$$

Interface LSTTL

Les circuits précédents concernaient les interfaces avec CMOS et comparateurs. La figure 24 donne le schéma d'un amplificateur à deux transistors pour interface avec LSTTL. Le couplage indiqué est un couplage direct bien qu'il puisse être alternatif. L'étude du circuit est similaire à celle de celui de la figure 21, mais on lui a ajouté l'étude du second étage.

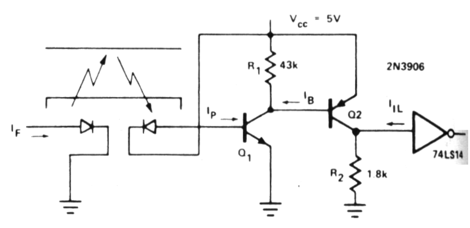


FIGURE 24 — Interface entre un HEDS-1000 et un LSTTL couplés continu

Le premier transistor, Q_1, polarisé par la photodiode est monté en émetteur commun. Dans les conditions I_{PS} (MAX), le collecteur de Q_1 est amené à 0,5 V de V_{CC}, bloquant ainsi Q_2. Cette condition détermine la valeur maximale de R_1. Quand apparaît un photocourant réfléchi, le courant I_C dans Q_1 résulte de la combinaison du courant à

travers R_1 et de I_B de Q_2. R_1 doit avoir une valeur suffisante pour que le courant débité par Q_1 (dépendant de h_{FE} et I_P) provoque un courant base de Q_2, I_B, dont la valeur amène Q_2 à saturation.

En l'absence de photocourant, Q_1 et Q_2 sont tous les deux normalement bloqués. Dans ces conditions, la résistance de charge, R_2, doit être capable de laisser passer le courant I_{IL} de la porte du LSTTL pour V_{IL} donné. Pour satisfaire à la condition logique voulue, R_2 doit être inférieure à V_{IL}/I_{IL}. La valeur minimale de R_2 est déterminée par le débit en courant que peut fournir Q_2 en fonction de I_B. Le courant collecteur de Q_2 doit produire une chute de tension dans R_2 supérieure à V_{IH} de la porte. Il est recommandé d'utiliser un transistor PNP à grand gain et faibles fuites genre 2N3906 pour Q_2.

La vitesse à laquelle change la tension de sortie de Q_2 est en relation directe avec la vitesse à laquelle la surface réfléchissante se déplace dans le plan de réflexion du détecteur. Dans de nombreuses applications, la vitesse à laquelle se modifie V_o, dans la région de commutation du LSTTL, est si faible qu'il peut y avoir des instabilités du niveau logique en sortie de la porte. Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser une bascule de Schmitt du genre 74LS14.

APPLICATIONS DES DETECTEURS A REFLEXION

Compte-tours

Un détecteur à réflexion peut servir de transducteur pour connaître la vitesse de rotation d'un moteur. Un tel système peut être réalisé en utilisant un disque sur le pourtour duquel sont alternativement placés des secteurs réfléchissants et des secteurs absorbants. Le nombre de paires de lignes/tour donnera un nombre précis d'impulsions/tour.

La plupart des applications nécessitent une grande densité de paires de secteurs sur un disque de petit diamètre. Les performances du détecteur à réflexion sont déterminées par le FTM pour la densité donnée, D, des paires de lignes sur le disque. La densité est égale à :

$$D = \frac{\text{lignes/tour}}{4 \pi r} \quad (48)$$

Sur la figure 25, la densité peut se calculer en supposant que le rayon se trouve au centre du réseau de secteurs noirs et blancs. Si le rayon r = 10 mm et qu'il y a 220 lignes, la densité est de 1,75 paires de lignes/mm. Si l'on emploie un HEDS-1000 comme détecteur avec cette roue codeuse, la fonction transfert de modulation (FTM) sera de 75% en se reportant à la figure 14.

La roue codeuse est montée sur un axe creux enfilé sur l'arbre d'un moteur. Le détecteur de réflexion est placé perpendiculairement au disque à une distance telle que le point de signal maximal se trouve sur le plan du disque supportant les secteurs. Le photocourant maximal, I_{PR}, réfléchi s'obtient quand la surface est un miroir, ce qui peut être réalisé en déposant, par photolitographie, des secteurs noirs sur un disque métallique poli. Une roue codeuse diffusante doit être utilisée lorsque les tolérances mécaniques d'alignement axial du HEDS-1000 par rapport à la normale de la roue codeuse dépassent 10°.

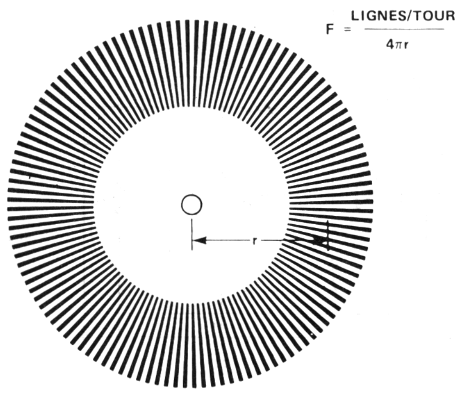


FIGURE 25 — Densité d'une roue codeuse

Cette application nécessite l'utilisation d'un amplificateur à couplage alternatif comme celui de la figure 22. Le couplage alternatif de la sortie du HEDS-1000 élimine les variations de la tension de décalage de la sortie continue dues aux photocourants parasites.

Compte-tours analogique HEDS-1000

Le HEDS-1000 peut s'utiliser comme transducteur sur compte-tours à grande vitesse. La figure 26 illustre un tel système utilisant le détecteur à réflexion comme source d'impulsions destinée à un convertisseur fréquence/tension.

Le HEDS-1000 est monté en amplificateur à contre-réaction de courant couplé en alternatif à un convertisseur courant-tension LM2907. Le transistor Q_1 sert de source fournissant le courant I_F à la DEL.

Le détecteur à réflexion donne n impulsions par tour, n étant le nombre de paires de lignes/tour. La fréquence, f, appliquée à l'entrée du convertisseur est égale à n fois le nombre de tours/mn. C'est la relation qui donne l'équation (49).

$$n = \frac{\pi r}{\text{largeur de ligne}} = \frac{2\pi r}{\text{largeur paire de lignes}} \quad (49)$$

$$f = n \text{ tours/mn} \times \frac{1}{60} \cdot \frac{\text{mn}}{\text{s}} \qquad f \text{ étant donné en Hz}$$

Le condensateur, C, est l'élément principal déterminant la tension de sortie maximale, nécessaire à l'indication à pleine échelle. La valeur de sa capacité pour la fréquence correspondant à cette pleine échelle se calcule à l'aide de l'équation (50)

$$C = \frac{V_{OUT\ PLEINE\ ECHELLE}}{R \cdot V_{CC} \cdot f_{PLEINE\ ECHELLE}} \quad (50)$$

Un compte-tours, ayant une tension de sortie à pleine échelle de 1 V et capable de mesurer de 0 à 25.000 tr/mn, peut être réalisé à partir d'une roue codeuse ayant un rayon de 20 mm et une largeur de ligne de 0,6 mm. Son calcul consiste à déterminer la fréquence maximale à pleine échelle à partir de l'équation (49) puis à calculer C avec l'équation (50). La fréquence pleine échelle est de 41,5 kHz et C a pour valeur 57 pF que l'on peut remplacer sans inconvénient par un condensateur normalisé de 62 pF.

Le convertisseur F-V répond à une excursion minimale du signal de 250 mV. Le niveau d'entrée peut être assuré par un miroir réflecteur. Dans le paragraphe traitant de la fonction transfert totale, on montre que dans ce cas I_{PR}

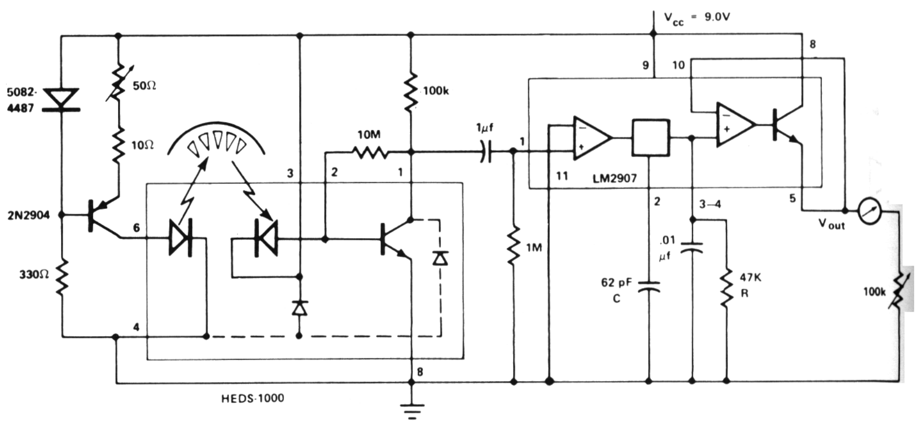


FIGURE 26 – Circuit pour tachymètre analogique

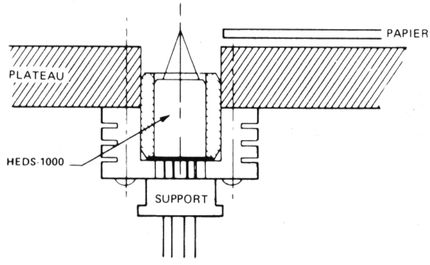


FIGURE 27 – Détecteur du bord de feuille à réflexion

augmente de 10,45 dB par rapport à un réflecteur diffusant. La seule réserve provient de ce qu'avec un miroir réflecteur, l'inclinaison du HEDS-1000 par rapport à la normale au disque ne doit pas dépasser 10°. Au-dessus de 10°, l'image n'est plus transmise au détecteur.

Détection de bord de feuille

Le bord d'une feuille de papier peut être détecté avec une très grande précision par le HEDS-1000. Si l'éventail des coefficients de réflexion du papier est connu, on peut choisir soit un système à réflexion, soit un système à occultation. Lorsque le papier est très réfléchissant, il est préférable d'utiliser la réflexion : dans ce cas, le détecteur doit être positionné pour que le point de signal maximal se trouve sur la surface du papier, comme le montre la figure 27. Lorsque le papier a un pouvoir de réflexion faible, il est préférable d'utiliser le système à occultation de la figure 28.

La précision de la détection de la position dépend de l'endroit où se situe le point lumineux par rapport au système mécanique. Le point lumineux fourni par le HEDS-1000 se trouve dans une fourchette de ± 0,51 mm sur l'axe du boîtier.

Avec le système de détection par occultation l'amplificateur à transistors de la figure 24 fournit une puissance continue suffisante pour attaquer un circuit logique de la famille 74LS. Avec le système à réflexion, il est préférable d'utiliser un amplificateur à transrésistance comme celui de la figure 19.

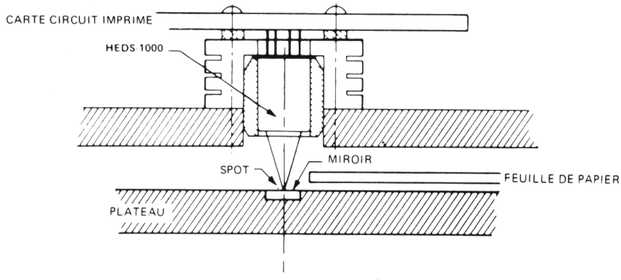


FIGURE 28 – Détecteur de bord de feuille à occultation

Lecteur de codes-barres

Le détecteur à réflexion peut s'utiliser comme transducteur sur un lecteur de codes-barres. Les codes-barres sont un système de stockage de données codées en binaire. La différence relative d'écartement entre barres et espaces définit le schéma du codage à espacement différentiel. C'est le format de données utilisé dans le code universel de produits (UPC).

Le détecteur fournit en sortie des impulsions électriques dont la largeur dépend de celles des barres et des espaces, leur amplitude dépendant du coefficient de réflexion des barres et des espaces.

Le système de codage à espacement différentiel nécessite que la largeur de l'impulsion en sortie, de barre à barre ou d'espace à espace, soit une représentation la plus fidèle possible de la distance par unité de temps. La précision de l'analyse en sortie s'améliore si l'image du rayon lumineux (spot) à réfléchir est plus petite que la largeur minimale d'une barre ou d'un espace. Plus le point lumineux est fin plus la transition barre/espace est abrupte.

L'amplitude du signal en sortie est définie par la différence du pouvoir réfléchissant entre une barre et un espace. Le rapport entre le signal maximal et minimal est directement proportionnel au rapport entre la réflectance d'une barre et d'un espace.

L'amplificateur qui suit le détecteur doit avoir une très importante gamme dynamique pour pouvoir s'adapter à différents types de réflecteurs et fournir des signaux suffisamment différents en fonction de la différence de réflexion entre les barres et les espaces.

La figure 13 illustre un train d'impulsions trapézoïdales obtenu en analysant des barres et des espaces de largeurs égales. Au fur et à mesure que croît la défocalisation, l'amplitude du train d'impulsions diminue pour donner des signaux triangulaires. Il est souhaitable que le changement d'amplitude du signal ait lieu au même endroit que la transition barre-espace.

La figure 29 donne le schéma d'un système d'amplification assurant la conversion des largeurs de barres et d'espaces en signaux logiques compatibles TTL. Le circuit utilise un CA3130 comme amplificateur à transrésistance de la photodiode du HEDS-1000. La sortie de l'amplificateur attaque un détecteur de crêtes positives (LM124-1) et un détecteur de crêtes négatives (M124-2). Les résistances R_1 et R_2 définissent, à l'entrée du comparateur de code (LM124-3), une tension de référence (décroissante), dont la valeur se trouve à mi-chemin entre la crête positive et la crête négative, le seuil de commutation se plaçant donc à 50% de la modulation crête-à-crête. Une porte (LM124-4) compare la crête négative à une tension correspondant à la tension crête diminuée de la différence de tension apportée par les deux diodes, D_1 et D_2. Ainsi, à moins que l'amplitude crête-à-crête dépasse la chute de tension dans ces deux diodes, l'entrée G du 74LS75 reste à l'état bas et la sortie Q reste à un niveau fixe sauf si les excursions en sortie du CA3130 ont une amplitude suffisante (chute de tension dans les deux diodes) sur laquelle le bruit n'aura pas d'influence

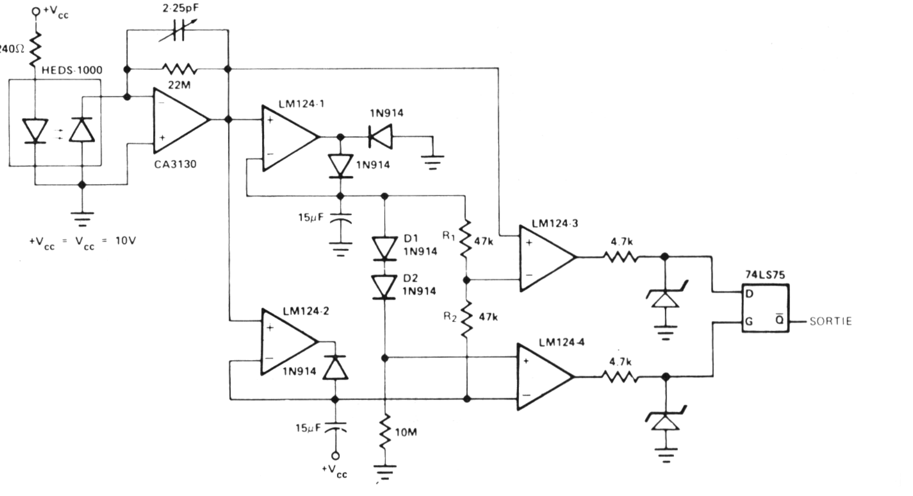


FIGURE 29 – Circuit électronique pour lecteur de codes-barres

HEWLETT PACKARD

NOTE D'APPLICATIONS 1011

Conception et mise en œuvre des codeurs incrémentiels HEDS-5000 et HEDS-6000

INTRODUCTION

Un codeur incrémentiel est un dispositif permettant de transformer le mouvement circulaire d'un axe en signaux électriques.

La présente note concerne en particulier le codeur modulaire incrémentiel Hewlett-Packard HEDS-5000 ou HEDS-6000. Les explications qui suivent lui sont donc spécifiques et nécessitent une connaissance préalable du principe et des circuits connexes à ce type de codeur.

En première partie, la note analyse brièvement la conception et la théorie de fonctionnement des HEDS-5000 et HEDS-6000. Dans sa deuxième partie, elle traite des impératifs de conception et analyse les différentes erreurs avec une étude détaillée des relations existant entre les paramètres mécaniques du moteur et l'accumulation des erreurs de codage. Plusieurs montages donnent des exemples pratiques d'utilisation des techniques présentées. Le chapitre «Montage» traite du mode d'assemblage des différentes parties constitutives, des procédures d'essai, du dépannage et de la remise en état du codeur. En deuxième partie, est décrit un certain nombre de circuits et de logiciels utiles à l'interface entre le codeur et des systèmes numériques ou à base de microprocesseur. En annexe enfin, un guide de sélection présente les avantages et inconvénients de différents codeurs et un tableau donne un choix préférentiel des moteurs convenant à l'entraînement des codeurs HEDS-5000 et HEDS-6000.

DESCRIPTION

Un codeur d'axe utilisé dans un système, tel qu'une commande à servomoteur, permet de constituer une boucle à partir de composants numériques comme par exemple un microprocesseur, au lieu d'un amplificateur à servomécanisme, réduisant ainsi le coût du circuit. La figure 1 illustre une boucle d'asservissement numérique typique.

Un codeur optique présente un certain nombre d'avantages par rapport aux autres systèmes de codeurs : en l'absence de contacts mécaniques, le système est donc dénué de frottements d'où moindre inertie et fonctionnement plus sûr. La vitesse de codage est grande et l'influence du bruit est extrêmement faible.

La série HEDS-5000/-6000 correspond à un type particulier de codeur incrémentiel modulaire. Deux voies similaires fournissent des signaux en quadrature (déphasés de 90°) permettant de déterminer vitesse et sens de rotation. Une troisième voie d'impulsion d'indexage, en option, assure

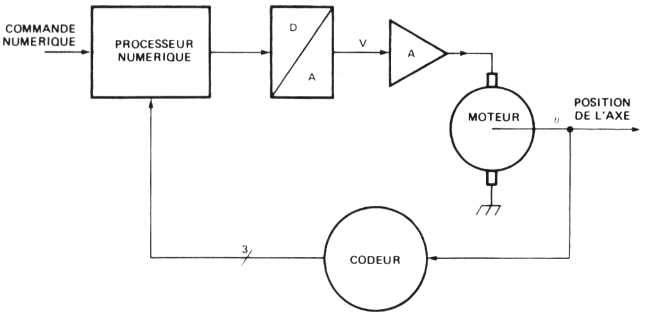


FIGURE 1 – Synoptique de la commande numérique du moteur

l'indication absolue de la rotation de l'axe une fois par tour. Les signaux numériques en sortie sont compatibles TTL et LSTTL.

La série de codeurs Hewlett-Packard HEDS-5000/-6000 comporte un grand nombre de résolutions standard et d'axes de différentes dimensions. Les fiches techniques HEDS-5000/-6000 donnent la description des produits standard disponibles. D'autres résolutions, diamètres d'axe, et formes d'ondes en sortie sont possibles et peuvent être envisagées à la demande du client.

Le kit du codeur modulaire comprend trois parties à assembler :

1. Le corps du codeur contenant la platine de mise en phase, les détecteurs et les circuits intégrés.

2. La roue codeuse à monter sur l'axe.

3. Le sous-ensemble émetteur, comportant la source de lumière (DEL), qui s'encliquette sur le corps pour constituer un ensemble à l'abri de la poussière.

Une fois assemblé, le codeur HEDS-5000 a un diamètre d'environ 28 mm et une hauteur de 18 mm, tandis que le diamètre du HEDS-6000 est d'environ 56 mm et sa hauteur de 19,5 mm. Les raccordements électriques, pour ces deux modules, sont réalisés à l'aide d'un câble en nappe de 60 cm de longueur.

Des renseignements complémentaires concernant les dimensions et autres paramètres sont fournis dans les fiches techniques du HEDS-5000 et HEDS-6000.

THEORIE DE FONCTIONNEMENT

Un codeur optique est basé sur l'occultation cyclique d'un faisceau lumineux par une roue codeuse animée d'un mouvement rotatif. Pour obtenir une résolution supérieure, pour un diamètre donné, à celle atteinte par une méthode d'occultation directe du faisceau, un masque, constitué par une platine de mise en phase, est placé sur le chemin du faisceau lumineux devant les détecteurs de lumière. La disposition des fenêtres de la platine de mise en phase et de la roue codeuse est similaire : lorsque ces fenêtres sont observées en enfilade, il se produit un effet de moirage. La lumière émise par une DEL n'atteint les détecteurs que lorsque les fenêtres de la roue codeuse et de la platine de mise en phase sont alignées, et comme la roue codeuse tourne, le détecteur reçoit des impulsions lumineuses séparées par des noirs.

L'augmentation de la résolution du codeur et la réduction de l'intervalle entre les fenêtres de la roue rendent le bon fonctionnement du codeur très sensible à la collimation de la lumière émise à travers la roue codeuse et la platine de mise en phase, et à l'écartement de ces dernières. Pour rendre plus fiable le fonctionnement, les codeurs HEDS-5000/-6000 sont équipés d'émetteurs de lumière ponctuels et d'un système de lentilles de collimation ayant de très faibles aberrations, ce qui permet un plus grand écart entre la roue codeuse et la platine de mise en phase tout en rendant les codeurs moins sensibles au jeu longitudinal de l'axe.

Chaque voie comporte deux photodétecteurs dont la disposition par rapport à la platine de mise en phase est telle qu'à une période d'éclairement sur l'un correspond une période d'obscurité sur l'autre. Les courants fournis sont amplifiés par un amplificateur différentiel (push-pull) qui limite la sensibilité du système aux variations de niveau lumineux des DEL et évite ainsi l'emploi d'un dispositif de réglage de gain. Le signal numérique est obtenu sur chaque voie par l'entremise d'un comparateur qui commute lorsque les valeurs analogiques sont égales. Ce comparateur fournit un signal compatible TTL/LSTTL.

Un synoptique des HEDS-5000 et HEDS-6000 est illustré en figure 2.

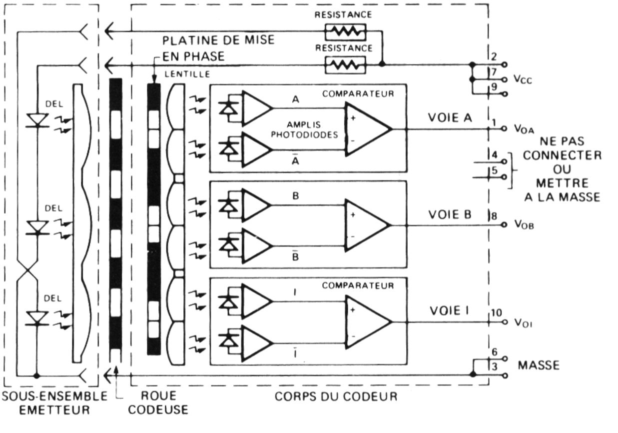


FIGURE 2 – Synoptique des codeurs HEDS-5000 et HEDS-6000

REMARQUES SUR LE CHOIX DES CODEURS ET LES CAUSES D'ERREUR

Dans la majorité des systèmes de mesure, le procédé de codage n'est pas exempt d'erreurs dont il est important de connaître les causes et de comprendre les effets pour pouvoir choisir le codeur approprié et définir les caractéristiques mécaniques auxquelles doit répondre l'axe du moteur sur lequel doit être monté le codeur.

DEFINITIONS

Degré d'angle :
unité mécanique de rotation de l'axe : une révolution = 360 degrés.

Capacité de comptage de la roue codeuse (N) :
correspond au nombre de paires fenêtre-intervalle sur la périphérie de la roue codeuse, c'est-à-dire :
N = 500 pour le HEDS-5000 – AXX,
N = 1000 pour le HEDS-6000 – BXX.

Cycle :
portion de la forme d'onde en sortie correspondant à la période de passage et d'occultation de la lumière sur une paire de détecteurs : il y a N cycles par rotation d'axe.

Degré électrique :
unité de mesure de la forme d'onde en sortie : 1 cycle = 360 degrés électriques = 360/N degrés d'angle.

Largeur des impulsions et des états logiques :
voir les définition données par la figure 3.

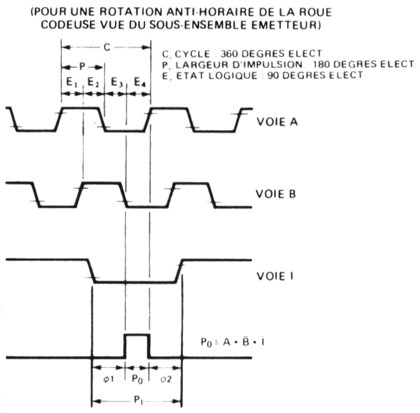


FIGURE 3 – Formes d'ondes en sortie

Phase :
angle en degrés électriques entre le centre de l'impulsion de la voie A et le centre de l'impulsion correspondante de la voie B.

Phase de l'indexage :
dans le sens anti-horaire (voir illustration précédente), la phase de l'indexage se définit comme suit :

$$\Phi_I = \frac{(\phi_1 - \phi_2)}{2}$$

ϕ_1 est l'angle en degrés électriques entre le front arrière de I et le front arrière de B. ϕ_2 est l'angle en degrés électriques entre le front avant de A et le front avant de I.

Résolution :
le plus petit écart angulaire détectable. Peut s'exprimer soit en nombre de transitions en sortie pour un tour complet, soit par l'écart angulaire entre deux transitions successives.

CARACTERISTIQUES DE CODAGE

Chaque révolution correspondant à N cycles, il existe N valeurs pour chaque paramètre de codage. Les erreurs de codage indiquées dans les fiches techniques HEDS-5000 et HEDS-6000 sont déterminées de la façon suivante :

- Erreur typique : correspond à la valeur moyenne (pour un grand nombre de codeurs) de l'erreur maximale observée pour une révolution sur chaque codeur.
- Erreur maximale : la plus forte erreur observée sur le lot de codeurs ci-dessus.

NATURE STATISTIQUE DES ERREURS

Sur un codeur modulaire, les caractéristiques de codage d'un dispositif particulier ne peuvent être mesurées directement qu'une fois celui-ci assemblé dans un système. Il est utile de pouvoir en prévoir les performances, mais les erreurs n'étant pas déterminables avec certitude, leur étude statistique donnera en général une approximation suffisante sur le comportement d'un lot important. La distribution des caractéristiques des composants est en général gaussienne et peut être déterminée par sa moyenne ($\bar{E}$) et l'écart type (σ). Dans le cas du codeur, $\bar{E}$ se définit comme étant la moyenne des valeurs absolues des erreurs.

Lorsque deux ou plusieurs facteurs se combinent pour en générer un supplémentaire, leurs erreurs peuvent s'additionner soit vectoriellement, soit algébriquement. Si la combinaison est vectorielle, l'erreur résultante peut être supérieure ou inférieure à l'erreur originelle (quelque fois nulle). Par exemple, l'excentricité résultant du montage de la roue codeuse, qui possède elle-même une certaine excentricité, et de l'excentricité propre à l'axe est une combinaison vectorielle. Une combinaison algébrique se produit quand deux erreurs ont une erreur résultante de valeur toujours plus grande, comme c'est le cas lorsqu'une erreur sur une largeur d'impulsion se combine avec une erreur sur la phase pour donner l'erreur sur la largeur des états logiques.

Lorsque l'on estime que la distribution d'une erreur découle de telles combinaisons, utiliser les formules suivantes :

1. La nouvelle moyenne correspond :

   a. soit à la somme algébrique des moyennes

   $$\bar{E}_T = \bar{E}_1 + \bar{E}_2 + \ldots\ldots + \bar{E}_n$$

   b. soit à la racine carrée de la somme des carrés des modules de chaque composante vectorielle

   $$E_T = \sqrt{(E_1)^2 + (E_2)^2 + \ldots\ldots + (E_n)^2}$$

2. Le nouvel écart type découle de l'équation :

$$\sigma_T = \sqrt{\sigma_1{}^2 + \sigma_2{}^2 + \ldots\ldots + \sigma_n{}^2}$$

APPLICATIONS

CONCEPTION DU CODEUR

Sur un codeur d'axe modulaire, les performances dépendent plus de l'assemblage et des tolérances axiales que sur un codeur tout monté ayant son axe propre et ses contraintes propres. Ces facteurs, joints à la vitesse de rotation de l'axe, à la température et à d'autres paramètres, s'ajoutent aux caractéristiques intrinsèques du codeur pour affecter sa précision résultante. Une étude quantitative des relations entre l'environnement et la précision ne peut se faire que sur un type de codeur particulier (les HEDS-5000 et HEDS-HEDS-6000 dans notre cas), bien que le concept puisse être appliqué à d'autres types de codeurs.

Le tableau 1 résume les relations entre les paramètres de codage et les phénomènes extérieurs qui les affectent. Les croix indiquent le paramètre affecté. Comme on le voit, l'uniformité du cycle est pratiquement indépendante des facteurs extérieurs au codeur, alors que la durée des états logiques correspondant à la somme de toutes les transitions, dépend de presque tous.

Excentricité et jeu radial

L'excentricité joue surtout sur les erreurs de position, de phase et d'états logiques. L'étude quantitative de ce facteur se trouve au paragraphe «Erreurs intrinsèques aux codeurs».

L'excentricité de l'arbre qui affecte les performances du codeur provient de la combinaison des quatre facteurs indépendants suivants :

1. L'excentricité, désaxement cyclique dans la rotation de l'axe.

2. Le jeu radial, mouvement aléatoire provenant des tolérances sur les paliers et du balourd.

3. Les tolérances de sous-dimensionnement du diamètre de l'axe provoquant un désaxement cyclique dû au montage de la roue codeuse sur un arbre de diamètre faible quoique dans les tolérances.

4. Le montage de la roue codeuse sur son axe creux amenant un désaxement cyclique de la roue codeuse dû à son décentrage par rapport à son axe creux.

Jeu axial de l'arbre

Ce jeu agit principalement sur la phase (ou la quadrature) entre les deux voies du codeur et de moindre façon sur la largeur des impulsions. En plus de considérations sur la gigue de phase, le jeu doit être limité à moins de 0,5 mm pour le HEDS-5000 et 0,58 mm pour le HEDS-6000 à cause des contraintes mécaniques du codeur. Le processus de montage préconisé permet de maintenir l'axe au plus près de la platine de mise en phase assurant ainsi la protection de cette dernière et de la roue codeuse. Le déplacement se fait donc toujours dans le sens de l'accroissement de l'intervalle roue codeuse-platine de mise en phase, améliorant ainsi la sécurité sans altérer les tolérances sur la largeur des impulsions. Lorsque le jeu maximal admissible est dépassé, l'axe creux peut venir en contact avec le sous-ensemble émetteur ce qui, sans être catastrophique, n'est pas recommandé.

Vitesse de rotation et température

Les mesures de précision en position et en cycle sont réalisées entre deux transitions concordantes des formes d'ondes en sortie et sont pratiquement indépendantes de la vitesse de rotation. Le comptage des cycles (par déclenchement d'un compteur TTL, par exemple) ne nécessite qu'un intervalle très court entre deux transitions logiques, la fréquence de comptage peut atteindre typiquement 200 kHz avant de perdre sa validité.

D'un autre côté, la largeur des impulsions est mesurée entre deux transitions différentes et la précision se trouve réduite par toute variation du temps de propagation des transitions. Cette différence de durée devient une partie prépondérante de la largeur de l'impulsion au fur et à mesure que la fréquence croît. Le temps de propagation est en outre légèrement affecté par les variations de température.

Montage

Le montage du HEDS-5000 et du HEDS-6000 ne nécessite qu'un seul réglage qui consiste à ajuster au mieux la phase entre les deux voies. Cette mise en phase consiste à aligner l'axe de la platine de mise en phase avec celui de la roue codeuse. La phase moyenne entre les voies A et B doit être ajustée à 90 degrés. L'erreur sur cette valeur peut être limitée à 10 degrés en visualisant les signaux de sortie sur un oscilloscope. Le réglage peut être affiné en utilisant le phasemètre à moyenne dont le schéma est donné figure 11.

La voie de l'indexage d'un codeur à trois voies est réglée également lors du montage et alignée typiquement de façon à ce que P_I soit centré sur les états bas des voies A et B (voir figure 3).

Tableau 1

CARACTERISTIQUES DE CODAGE	FACTEURS NON CONTROLABLES PAR LE FABRICANT				
	EXCENTRICITE	JEU AXIAL	VITESSE DE ROTATION	TEMPERATURE	MONTAGE
Précision en position	X				
Uniformité des cycles	X				
Largeur d'impulsion			X	X	
Phase	X	X			X
Largeur de l'état	X	X	X	X	X

ERREURS DUES AU CODEUR

Les caractéristiques de chaque codeur sont entachées d'erreurs du fait des relations intervenant entre les composants internes et l'environnement. Comme nous l'avons montré précédemment, les erreurs de codages sont produites par plusieurs facteurs extérieurs. L'étude qui suit définit ces défauts du codeur, détermine les principaux facteurs contribuant aux erreurs et donne des exemples de calcul si nécessaire.

Erreur en position

L'erreur en position s'exprime en minutes d'arc ou en degrés électriques, elle se définit comme étant la différence entre la position réelle de l'arbre et sa position théorique en observant le signal en sortie du codeur. La figure 4 représente l'erreur de position d'une roue codeuse ayant 8 cycles par révolution. L'erreur de positionnement provient tout d'abord de l'excentration de la roue codeuse en rotation par rapport à l'axe de la platine de mise en phase et aux détecteurs. L'effet d'excentricité est inversement proportionnel au diamètre de la roue codeuse. L'erreur en position résultante, $\Delta\theta$, se calcule avec la formule :

$$\Delta\theta = \frac{kE}{R} \text{ en degrés}$$

où $k = \dfrac{360}{2\pi}$

E = excentricité en mm

R = rayon de la roue codeuse

10,9 mm pour le HEDS-5000

22 mm pour le HEDS-6000

Un facteur de sensibilité, Q_P, peut être déterminé pour évaluer la contribution de l'excentricité à l'erreur de position.

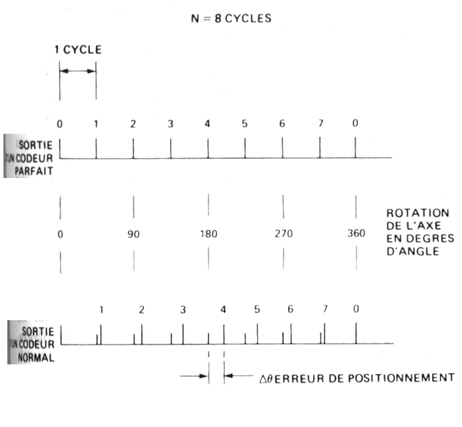


FIGURE 4 – Ecart en position du codeur en fonction de l'angle de rotation

$Q_P = \dfrac{k}{R} =$ 5,3 degrés d'angle par mm d'excentricité pour le HEDS-5000

= 2,6 degrés d'angle par mm d'excentricité pour le HEDS-6000

La gravure de la roue codeuse et de la platine de mise en phase contribue elle aussi à l'erreur de positionnement, mais les erreurs étant très faibles, ce facteur peut être négligé. A noter que l'erreur en position est inversement proportionelle au diamètre de la roue codeuse, c'est pourquoi l'erreur en position du HEDS-6000 est inférieure à celle du HEDS-5000.

L'erreur en position n'intervient que dans les systèmes exigeant une très grande résolution de positionnement. L'exemple qui suit permet d'évaluer cette erreur sur un HEDS-5000 dont la roue codeuse est animée d'un mouvement de rotation excentré. Les mêmes calculs sont appliqués pour un HEDS-6000. Ce mouvement de rotation excentré du codeur est en effet le résultat de la combinaison des quatre facteurs indépendants décrits plus haut.

Calcul de l'erreur en position

1. Facteurs contributifs : le tableau 2 donne les valeurs des facteurs contributifs, en accord avec les conditions de fonctionnement recommandées du HEDS-5000 (voir fiche technique). L'influence du montage de la roue codeuse sur son axe creux est évaluée empiriquement.

Tableau 2

FACTEUR CONTRIBUTIF	MOYENNE $\bar{E}$	ECART TYPE σ
Roue codeuse-axe creux	0,040 mm	0,015 mm
Excentricité de l'axe	0,020 mm	0,005 mm
Sous-dimensionnement du diamètre de l'axe	0,015 mm	0,010 mm

Le jeu axial n'est pas pris en compte du fait de sa nature aléatoire. Les trois facteurs mis en jeu produisent des erreurs cycliques prévisibles s'additionnant vectoriellement. Le jeu radial amène des erreurs sur la phase et sur la largeur des états logiques, comme on le verra plus loin.

2. Additionner les erreurs selon la méthode indiquée précédemment (nature statistique des erreurs) pour calculer la vectorielle moyenne :

$$\bar{E}_T = \sqrt{(\bar{E}_1)^2 + (\bar{E}_2)^2 + (\bar{E}_3)^2} = 4,7 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Calculer l'écart type :

$$\sigma_T = \sqrt{\sigma_1{}^2 + \sigma_2{}^2 + \sigma_3{}^2} = 1,9 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

3. Pour déterminer la précision du codeur, il est nécessaire de multiplier $\bar{E}_T$ et σ_T par le facteur d'excentricité, Q_P, qui permet d'évaluer l'erreur en position :

Q_P = 5,3 degrés d'angle par mm d'excentricité

Sur le HEDS-5000, N = 500. L'erreur de position moyenne, $\Delta\theta$, est alors de :

$$\Delta\bar{\theta} = \bar{E}_T \, Q_p$$

$$= (4{,}7 \times 10^{-2} \text{ mm}) \; (5{,}3 \text{ degrés d'angle/mm})$$

$$= 0{,}25 \text{ degrés d'angle}$$

soit 15 minutes d'arc,

et l'écart type de :

$$\sigma(\Delta\theta) = \sigma_T \, Q_p$$

$$= (1{,}9 \times 10^{-2} \text{ mm}) \; (5{,}3 \text{ degrés d'angle/mm})$$

$$= 0{,}1 \text{ degré d'angle}$$

soit 6 minutes d'arc.

L'erreur maximale de positionnement, $\Delta\theta_{max}$, a pour valeur approximative :

$$\Delta\theta_{max} = \Delta\bar{\theta} + 2\,[\,\sigma(\Delta\theta)\,]$$

$$= 0{,}25 + 2\,(0{,}1) \text{ degrés d'angle}$$

$$= 27 \text{ minutes d'arc}$$

soit 225 degrés électriques

(98% de la distribution normale se retrouvera dans $\bar{x} + 2\sigma$)

La relation entre l'excentricité de l'arbre et la précision du fonctionnement pour les HEDS-5000 et HEDS-6000 est indiquée figure 5. L'erreur résiduelle sur le positionnement (excentricité de l'arbre = 0, figure 5) indique la contribution de l'ensemble roue codeuse-axe creux à l'erreur en position. Pour les autres valeurs d'excentricité, la courbe tient compte à la fois de l'excentricité de l'arbre et de son sous-dimensionnement. $E_T + 2\,\sigma_T$ dans notre exemple indique une excentricité max. de 0,085 mm, ce qui correspond à environ 27 minutes d'arc sur la courbe typique pour un HEDS-5000. La courbe de percentile 99 donne une indication sur la distribution en cours de fabrication, elle donne l'accroissement de l'erreur de la position résiduelle.

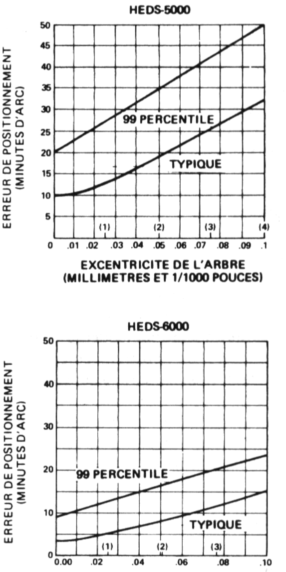


FIGURE 5 — **Erreur de positionnement en fonction de l'excentricité de l'arbre**

Erreurs sur le cycle

Chaque cycle comporte 360 degrés électriques. Cependant, le nombre de degrés mécaniques correspondant à chaque cycle peut s'écarter de sa valeur idéale, 360/N. L'erreur sur un cycle, ΔC, est exprimée en général en degrés électriques, d'où l'erreur équivalente en degrés d'angle :

$$\text{Erreur angulaire sur un cycle} = \frac{\Delta C}{N}$$

La qualité de la gravure de la roue et de la platine de mise en phase est le facteur primordial agissant sur l'erreur sur le cycle. Les valeurs de ce paramètre sont indiquées dans la fiche technique. L'excentricité a une incidence insignifiante sur l'erreur sur le cycle, ce qui permet de ne pas la calculer.

Erreur sur la largeur d'une impulsion

L'erreur sur la largeur d'une impulsion correspond à l'écart maximal entre sa largeur réelle et sa largeur théorique de 180 degrés électriques.

Bien que l'usage d'amplificateurs différentiels réduise la sensibilité aux tolérances sur les composants et les circuits, certaines erreurs résultent de l'impact irrégulier de la lumière sur les détecteurs différentiels ou du déséquilibre entre les éléments de l'amplificateur différentiel. Une erreur supplémentaire peut s'observer si dans la plage de température préconisée, le codeur tourne à grande vitesse. Cet effet est dû aux retards de propagation inégaux des fronts montants et descendants des trains d'impulsions numériques. Comme pour la plupart des paramètres des circuits intégrés, cette différence entre temps de propagation dépend de la température. Presque égaux à 25°C, ces temps de propagation ne le sont plus, que la température croisse ou décroisse.

La figure 6 montre les valeurs maximale et typique sur une erreur de largeur d'impulsion due à des variations de la température et de la vitesse.

Erreur sur la phase

L'erreur sur la phase correspond à l'écart maximal du déphasage entre les voies A et B par rapport à leur déphasage théorique de 90 degrés électriques.

La phase, à strictement parler, n'est pas un paramètre de codage, puisqu'elle n'atteint pas la valeur de deux transitions. Mais comme elle contribue directement à l'erreur sur la largeur des états logiques, il est important de connaître son mécanisme.

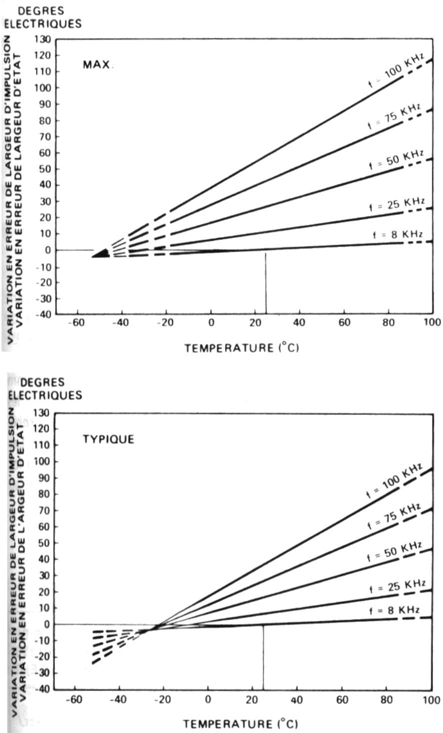


FIGURE 6 — Variations maximale et typique en erreur de largeur d'impulsion et erreur de largeur d'état en fonction de la température

La phase moyenne de la plupart des systèmes de codeurs est réglée au cours du montage pour s'approcher au plus près de sa valeur théorique de 90 degrés. Ceci permet de moyenner plus facilement les variations cycliques de la phase pendant la rotation de l'axe. C'est pourquoi, l'intérêt du modèle concerne en priorité la valeur de la variation de la phase due aux mouvements aléatoires de l'arbre pendant sa rotation.

L'instabilité de phase entre les deux voies du codeur est due aux déplacements radial, axial et à l'excentration des fenêtres de la roue codeuse par rapport à la platine de mise en phase.

Erreurs sur la phase dues au jeu radial

Le jeu radial et l'excentricité vont modifier la phase d'une valeur inversement proportionnelle au carré du rayon de la roue codeuse et proportionnelle au nombre de fentes N de la roue codeuse.

$$\Delta\phi_R = \frac{K_2\ NE}{R^2}$$

On peut définir un facteur de sensibilité, Q_e, pour permettre d'évaluer la contribution du jeu radial et de l'excentricité sur l'erreur sur la phase.

$$Q_e = \frac{K_2\ N}{R^2}$$

= 520 degrés électriques par mm (typique sur le HEDS-5000, N = 500)

= 227 degrés électriques par mm (typique sur le HEDS-6000, N = 1000)

La contribution de l'erreur sur la phase à l'erreur sur la largeur de l'état logique est calculée dans l'exemple de calcul de l'erreur sur la largeur de l'état, elle se partage entre l'excentricité cyclique et le jeu radial aléatoire de l'axe.

Erreur sur la phase due au jeu axial

Le jeu axial provoque une modification de la phase lorsque les faisceaux lumineux éclairants les deux voies ne sont pas parfaitement parallèles. L'équation représentant cette variation de phase est la suivante :

$$\Delta\phi_A = \Delta G \times Q_{ma}$$

où ΔG = variation d'écartement roue codeuse-platine de mise en phase due au jeu axial (mm)

Q_{ma} = facteur de désalignement (degrés électriques/mm)

La valeur typique de Q_{ma}, observée sur un lot de HEDS-5000/-6000, est de :

$$Q_{ma} = 20 \text{ degrés/mm}$$

Erreur totale sur la phase

L'erreur totale sur la phase est égale à la somme des erreurs dues au jeu radial et aux déplacements axiaux :

$$\Delta\phi_T = \sqrt{\Delta\phi_R^{\,2} + \Delta\phi_A^{\,2}}$$

Erreur sur la largeur de l'état logique

L'erreur sur la largeur de l'état logique est l'écart maximal observé entre sa valeur réelle et sa valeur théorique de 90 degrés électriques.

Puisque la largeur d'un état logique est la combinaison de toutes les transitions du codeur, tous les facteurs agissant sur la largeur de l'impulsion et sur l'erreur sur la phase, participeront à l'erreur sur la largeur de l'état logique. Ces contributions aux erreurs peuvent se classer en trois catégories. La première comprend la contribution de l'excentricité dont le résultat provoque des erreurs cycliques comme nous l'avons montré au paragraphe traitant des erreurs sur la position. La seconde concerne les facteurs produisant des erreurs aléatoires. La troisième comprend tous les facteurs dus à la conception du codeur comme la qualité des lentilles, les caractéristiques de commutation des circuits intégrés et leurs hystérésis. Sur les HEDS-5000 et HEDS-6000, l'influence d'ensemble de ces facteurs provoque une erreur moyenne de 5 degrés électriques.

L'étude quantitative des effets de ces facteurs sur l'erreur sur l'état logique fait l'objet des paragraphes suivants.

EXEMPLES DE CALCUL

Les exemples qui suivent ont pour but d'étudier l'erreur sur la largeur de l'état logique d'un lot de codeurs. La largeur de l'état logique est fondamentale dans les informations de direction. Il faut donc en conserver un minimum quelles que soient les conditions de fonctionnement. La valeur de ce minimum peut varier de 1 à 20 degrés électriques ou plus, elle dépend du type de circuit de comptage utilisé sur lequel les informations de direction puissent être obtenues. Nous allons étudier deux types d'approches pour réaliser cette analyse. En premier, nous évaluerons la largeur de l'état logique à la température ambiante normale, sans tenir compte des vitesses extrêmes. Dans le second exemple, nous tâcherons de répondre à la question : «Quelles doivent être les conditions de mesure limites à température ambiante pour conserver une largeur minimale aux états logiques lorsque l'on se trouve en extrémité de gamme de températures ou de vitesses ?».

Les valeurs de paramètre nécessaires aux calculs ne sont pas toutes fournies par la fiche technique. Quand elles existent, on utilise celles données dans la fiche technique sinon, les données nécessaires ont été empiriquement évaluées à partir d'essais en production. Les valeurs relatives aux variables intéressant l'axe doivent être estimées ou mesurées par l'utilisateur. Les valeurs utilisées ci-après se rapportent à un lot d'un type de moteur particulier monté sur des HEDS-5000 et HEDS-6000 fonctionnant dans les conditions recommandées. Les exemples supposent que la phase a été ajustée pendant le montage pour que l'erreur de phase moyenne sur 360 degrés mécaniques soit proche de zéro.

Toute erreur de phase provoque une erreur sur la largeur de l'état logique de grandeur égale. C'est pourquoi, les facteurs de sensibilité déjà calculés pour la phase sont utilisés dans le calcul de l'erreur sur la largeur de l'état logique.

Exemple d'analyse à la température ambiante normale

EXCENTRICITE, ΔS_1

L'excentricité totale des fenêtres de la roue codeuse a été évaluée dans l'exemple concernant l'erreur de position.

Excentricité moyenne = $4{,}7 \times 10^{-2}$ mm

Ecart type sur l'excentricité = $1{,}9 \times 10^{-2}$ mm

L'effet de l'excentricité sur la largeur des états s'obtient en multipliant l'excentricité totale attendue par le facteur de sensibilité de phase Q_e = 520 degrés électriques/mm.

L'excentricité étant mesurée comme une valeur crête-à-crête (DTA)* et l'erreur de phase ayant été ajustée pour être proche de zéro, le déplacement maximal de la roue codeuse par rapport à la platine de mise en phase sera inférieur ou tout au plus égal à la moitié des valeurs de DTA spécifiées pour l'excentricité. Les écarts types et moyens sur l'excentricité utilisés dans le calcul de ΔS_1 sont à diviser par deux.

Les équations suivantes concernent les HEDS-5000 et HEDS-6000, N = 500.

* DTA : déviation totale de l'axe

La contribution de l'excentricité ΔS_1 est donc de :

$$\Delta S_1 = \frac{(4{,}7 \times 10^{-2} \text{ mm})}{2} \text{(520 degrés électriques)}$$

$$= 12{,}2 \text{ degrés électriques}$$

$$\text{et } \sigma(\Delta S) = \frac{(1{,}9 \times 10^{-2} \text{ mm})}{2} \text{(520 degrés électriques)}$$

$$= 4{,}9 \text{ degrés électriques}$$

PHASE ALEATOIRE, ΔS_2

Les facteurs contribuant à la phase aléatoire doivent s'évaluer en association avec le facteur de corrélation, Q, de leur influence sur l'erreur de largeur de l'état logique. Le tableau 3 indique ces facteurs. Les jeux radial et axial dans l'exemple ont été relevés sur un moteur type de 31,75 mm équipé de roulements à billes. On utilise à nouveau les facteurs de sensibilité de phase, Q_e et Q_{ma}, (décrits précédemment) pour calculer la contribution à l'erreur. Les valeurs indiquées pour les erreurs ont été relevées sur un lot de production typique à l'aide du phasemètre décrit au paragraphe «Procédures d'essai».

Tableau 3

FACTEUR	UNITES	MOYENNE $\bar{E}$	ECART TYPE σ	FACTEUR DE SENSIBILITE DE PHASE, Q
Jeu axial de l'axe	mm	0,1	0,06	Q_{ma} 20 deg.élect./mm
Jeu radial de l'axe	mm	0,006	0,003	Q_e 520 deg.élect./mm
Ajustage de l'ensemble	Degrés élect.	3	3	aucun

Multiplier la moyenne et l'écart type de chaque facteur par la valeur correspondante de Q. Ensuite, calculer la contribution moyenne totale en combinant les moyennes pondérées. L'écart type total est obtenu en combinant l'écart type correspondant à chaque facteur.

$$\overline{\Delta S_2} = \sqrt{[\,(0{,}1)\ 20\,]^2 + [\,(0{,}006)\ 520\,]^2 + 3^2}$$

$$= 4{,}7 \text{ degrés électriques}$$

$$\sigma(\Delta S_2) = \sqrt{[\,(0{,}06)\ 20\,]^2 + [\,(0{,}003)\ 520\,]^2 + 3^2}$$

$$= 3{,}5 \text{ degrés électriques}$$

ERREURS INTERNES, ΔS_3

Les erreurs intrinsèques au HEDS-5000 (non imputables directement aux tolérances de montage et à l'axe) sont dues

aux tolérances sur la qualité des lentilles, sur les caractéristiques de commutation des circuits intégrés et sur divers autres paramètres. Toutes additionnées, elles ont les valeurs approximatives suivantes :

$\overline{\Delta S_3}$ = 5 degrés électriques

$\sigma(\Delta S_3)$ = 8,4 degrés électriques

Ces résultats ont été obtenus à partir de lots échantillonnés en fabrication.

Distribution des erreurs

La distribution des erreurs sur la largeur des états logiques se calcule algébriquement en additionnant* les moyennes sur l'excentricité, la phase aléatoire et les erreurs internes. L'écart type s'obtient comme précédemment.

Largeur des états :

$$\text{Erreur moyenne } \overline{\Delta S_T} = 12{,}2 + 4{,}7 + 5$$

$$= 21{,}9 \text{ degrés électriques}$$

$$\text{Ecart type } \sigma(\Delta S_T) = \sqrt{(4{,}9)^2 + (3{,}5)^2 + (8{,}4)^2}$$

$$= 10{,}3 \text{ degrés électriques}$$

L'exemple ci-dessus permet de prévoir que l'erreur moyenne sur la largeur de l'état pour un lot de codeur sera inférieure à 25 degrés électriques lorsque l'on maintient les paramètres dans les limites préconisées pour que le codeur fonctionne dans les conditions recommandées par la fiche technique HEDS-5000. L'erreur sur la largeur de l'état, pour 99% (2,3 σ) du lot, se calcule de la façon suivante :

$$\overline{\Delta S_T} = \Delta S_T + 2{,}3\,[\,\sigma\Delta\,(S_T)\,]$$

$$= 21{,}9 + (2{,}3)\,(10{,}3)$$

$$= 45{,}5 \text{ degrés électriques}$$

soit environ 45 degrés électriques (noter que ces hypothèses ne contredisent pas l'erreur sur la largeur de l'état spécifiée dans la fiche technique du HEDS-5000).

Des codeurs et des moteurs aux caractéristiques semblables à l'exemple ont été montés et essayés. L'histogramme de l'erreur sur la largeur de l'état résultante est indiqué figure 7.

Choix de la gamme de température

Pour obtenir un décodage correct dans toute la plage de température, se reporter aux fiches techniques HEDS-5000 et HEDS-6000 comportant des graphiques comme ceux de la figure 6 qui montrent la largeur d'impulsion maximale et typique et les erreurs de largeur des états en fonction de la température et de la vitesse.

MONTAGE SUR LE MOTEUR

Surface de montage

Le codeur peut se fixer directement sur l'une des faces d'un moteur à axe double, ou sur un support déposé à l'extrémité d'un axe.

Dans les deux cas, la face sur laquelle doit être monté le moteur doit être plane et lisse. Cette face n'a besoin d'aucune finition particulière si ce n'est d'un ébarbage pour permettre un glissement aisé du codeur lors du réglage de la phase. Le codeur HEDS-5000 est fixé par trois vis, le HEDS-6000 par deux; il est donc nécessaire de percer les trous dont les cotes sont indiquées figure 8, puis de les tarauder à pas métrique ou anglo-saxon.

* Les contributions des erreurs sont additionnées algébriquement en vue d'obtenir les performances dans le cas le plus défavorable.

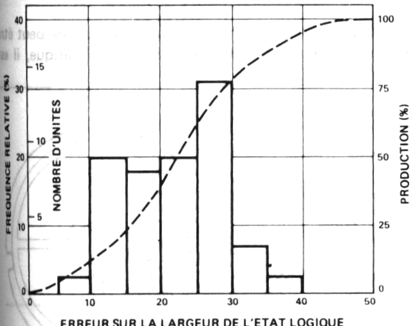


FIGURE 7 – Exemple de distribution de l'erreur sur la largeur de l'état logique dans un lot de fabrication

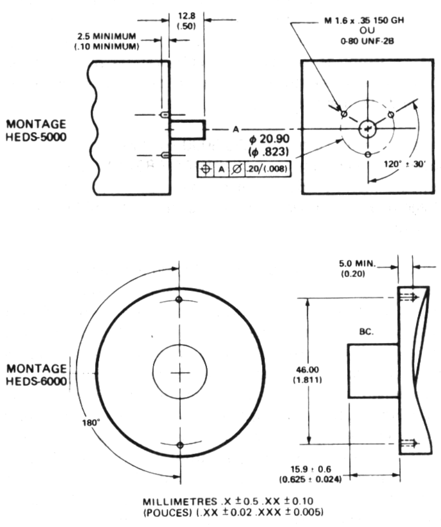


FIGURE 8 – Cotes de montage

Collage

Deux types de colles sont employées pour fixer le codeur.

La colle RTV (colle vulcanisant à froid) est utilisée pour ses avantages suivants :

1. Servir de lubrifiant en favorisant le glissement du codeur pendant le réglage de la phase.

2. Permettre un collage souple tolérant les différences de dilatation.

Les colles Dow Corning 3145 et GE 162 ont été sélectionnées car elles répondent à ces critères et qu'en outre, elles ne sont pas corrosives et n'émettent pas de vapeurs nocives.

La colle époxy Hysol a été choisie car elle donne un collage rigide tout en présentant un compromis acceptable entre une viscosité initiale suffisante pour maintenir la roue codeuse en place avant et pendant les réglages. La colle RTV s'utilise avantageusement sur les axes de diamètre supérieur à 6,35 mm. Elle est moins recommandée pour les axes de diamètre inférieur car la faible surface de contact entraîne un maintien moins ferme et un collage moins solide.

ASSEMBLAGE DU CODEUR

ATTENTION : les circuits électroniques du codeur peuvent être endommagés par les décharges électrostatiques. Les extrémités du câble sont des zones sensibles. Les précautions classiques comme une bonne isolation électrique du personnel éliminent ces inconvénients.

La fiche technique des HEDS-5000 et HEDS-6000 donne la procédure d'assemblage complète. Bien que cette procédure puisse être différente du fait de la diversité des applications, il est nécessaire d'utiliser une méthode rationnelle dans l'établissement de toute procédure particulière. Trois étapes dans l'assemblage risquent de détériorer les performances du codeur : le centrage, le réglage de l'écartement et le réglage de la phase.

Le centrage du codeur HEDS-5000 sur l'axe au moyen du gabarit de centrage conique (HEDS-892X) permet une meilleure insertion des vis et donne une référence solide au réglage final de la phase. Le centrage du HEDS-6000 s'effectue à vue.

Bien que les HEDS-5000 et HEDS-6000 acceptent de fortes tolérances sur l'écartement entre la roue codeuse et la platine de mise en phase, seul un réglage correct de cet écartement au départ peut assurer un fonctionnement sans aléas. Il est essentiel que la roue codeuse ne touche pas la platine de mise en phase pendant sa rotation, son déplacement axial ou sous l'action de vibrations. Pour le HEDS-5000 utiliser un gabarit d'écartement permettant un écartement entre la roue codeuse et la platine de mise en phase d'environ 63 mm, en utilisant comme référence la partie supérieure du corps du codeur. Pour le réglage de cet écartement en ce qui concerne le HEDS-6000, mettre au même niveau l'axe creux de la roue codeuse et la partie supérieure du corps du codeur. Il est recommandé de déposer un peu de colle RTV pour servir de joint à l'ensemble émetteur et le protéger de la poussière, ceci est inutile en atmosphère dépoussiérée.

La dernière étape de l'assemblage consiste à ajuster la phase, elle peut servir en outre de contrôle final. Ainsi qu'on a pu le voir précédemment, cette étape est indispensable pour obtenir les caractéristiques de codage voulues. Comme elle contribue à l'erreur sur la largeur de l'état logique, la phase moyenne doit être ajustée à une valeur aussi proche que possible de 90 degrés électriques. Il est facile d'atteindre cette valeur à ± 10 degrés électriques près à l'aide du phasemètre décrit figure 11. Le réglage de l'oscilloscope est moins précis et demande plus d'expérience, il permet quand même d'atteindre les mêmes résultats avec du soin et de l'attention.

Lorsque la mise en phase des voies n'est pas nécessaire (tachymètres) ou si l'on peut tolérer un déphasage important ou le corriger, le réglage de la phase peut être omis ou modifié.

PROCEDURES DE TEST

Toutes les pièces du codeur modulaire sont vérifiées avant expédition. Le contrôle de ces pièces chez l'utilisateur est difficile car il exige des montures spéciales. Il vaut mieux essayer le codeur une fois assemblé bien que certaines vérifications simples puissent être réalisées en contrôle d'entrée.

CONTROLE D'ENTREE

Eléments du codeur

Roue codeuse : contrôler visuellement les dommages éventuels, c'est-à-dire que la roue n'est ni gauchie ni ébréchée.

Ensemble émetteur : les DEL peuvent être vérifiées en les alimentant selon le schéma de la figure 9. Limiter le courant à 10 mA et ne pas utiliser de source de tension dépassant 10 V pour ne pas détériorer les diodes.

Corps du codeur : en alimentant le corps du codeur sous 5 V au moyen du connecteur 10 broches, il est possible d'observer un signal sur un oscilloscope. En déplaçant le corps du codeur devant une source de lumière (lampe d'éclairage par exemple), on peut observer des signaux fugitifs.

Moteurs

Axe : les définitions des tolérances sur l'axe et les contrôles sont indiqués Annexe C.

Assemblage : l'écartement de la roue codeuse ne peut être mesuré directement mais avec un peu de pratique, il est

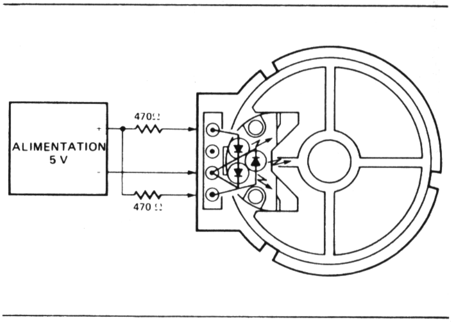


FIGURE 9 — Disposition de l'ensemble émetteur

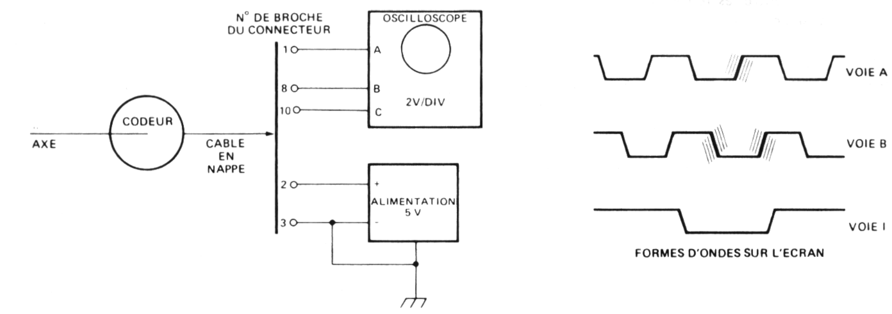
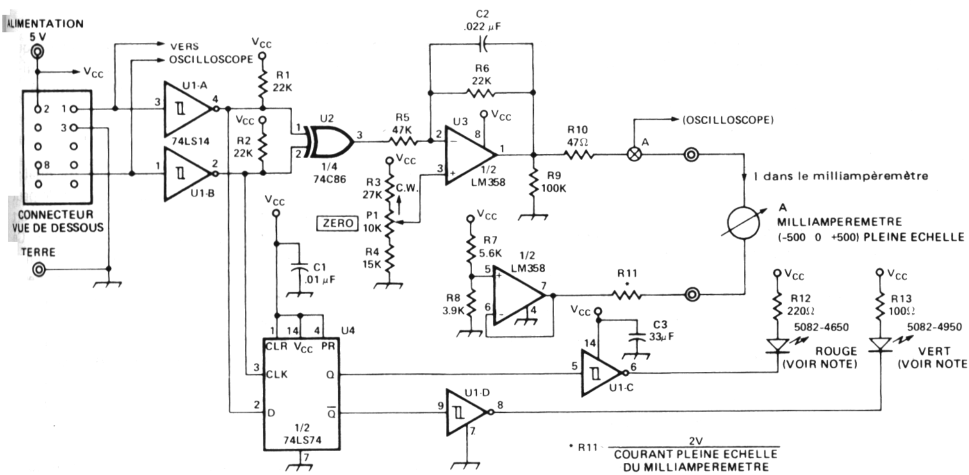
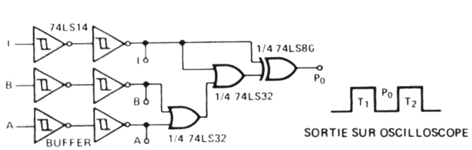


FIGURE 10 — Branchement de l'oscilloscope



NOTE : LA DEL ROUGE S'ILLUMINE LORSQUE LA FORME D'ONDE DE LA VOIE A EST EN AVANCE DE PHASE SUR CELLE DE LA VOIE B

A. Circuits du phasemètre



B. Disposition des circuits d'impulsion de l'indexage

FIGURE 11 — Circuits du phasemètre et disposition des circuits d'impulsion de l'indexage

APPLICATIONS

possible de l'évaluer en observant, sous un grossissement adéquat, la parallaxe entre les fentes de la roue codeuse et de la platine de mise en phase.

Réglage de la phase/Essais finaux : la dernière étape de l'assemblage consiste à régler la phase. Ce réglage se fait à l'aide d'un oscilloscope ou d'un phasemètre à moyenne. Le montage de l'oscilloscope et les formes d'ondes obtenues sont indiquées figure 10. Pour régler la phase à la valeur d'erreur minimale, il est judicieux de le faire pour chacun des deux sens de rotation.

La figure 11A donne le schéma d'un phasemètre à moyenne qui facilite et rend plus précis le réglage de la phase entre les deux voies.

Processus de réglage

1. Observer les deux DEL indiquant le sens de rotation pour voir si ce dernier correspond à la couleur indiquée.

2. Faire correspondre éventuellement le sens de rotation avec la DEL de couleur correspondante. Régler la phase jusqu'à ce qu'elle soit correcte.

3. Régler le codeur (voir montage dans la fiche technique) pour lire 0 sur le galvanomètre du phasemètre.

Si dans le cas de certaines applications la voie de l'indexage doit être utilisée, il est nécessaire de l'aligner aux principales voies des données. La position d'impulsion de l'indexage et la phase sont réglées simultanément. Cette procédure met la phase de l'indexage à zéro.

Une fois réalisé le réglage de la phase des voies A et B à l'aide d'un oscilloscope ou phasemètre, utiliser un oscilloscope ou le circuit décrit à la figure 11B et ajuster le déclenchement pour le front descendant de la sortie I. Régler l'impulsion de l'indexage pour que T_1 et T_2 soient de largeur égale. Pour le réglage, suivre les instructions de montage indiquées sur la fiche technique correspondante.

Répéter le processus ci-dessus pour parvenir à la position souhaitée d'impulsion de l'indexage et de la phase.

Note : Il se peut qu'apparaisse une impulsion de grande largeur ou une erreur de phase importante dans certains cas. Les effets sont dûs à des variations statistiques dans les tolérances des pièces composant le codeur. Il suffit de remplacer le sous-ensemble émetteur par un autre pour que le défaut disparaisse. Le sous-ensemble émetteur fautif peut être réutilisé en général sans problème sur un autre codeur.

DEPANNAGE ET REPARATION

Les HEDS-5000 et HEDS-6000 ne nécessitent aucun réglage une fois montés. Le sous-ensemble émetteur peut être retiré, mais avec beaucoup de soin pour éviter de tordre les fils de liaison du codeur. Des encoches sont disposées sur le pourtour de l'ensemble émetteur pour faciliter son démontage. Une fois l'ensemble émetteur retiré, il est possible de diriger un faisceau lumineux sur le corps et de faire tourner l'axe pour observer des changements d'état en sortie des deux voies. Si le corps du codeur fonctionne correctement et après vérification du câblage, il est possible de mettre en place un nouvel ensemble émetteur et de revérifier le codeur. Contrôler l'ensemble émetteur retiré comme l'indique le paragraphe «Contrôle d'entrée».

ENVIRONNEMENT

Certains environnements peuvent avoir des effets néfastes sur les matériaux utilisés dans la fabrication des HEDS-5000 et HEDS-6000. Pour permettre à l'utilisateur de prendre les précautions voulues, nous indiquons ci-après les différentes matières utilisées.

Corps du codeur et sous-ensemble émetteur :	Nylon chargé de verre
Lentilles de l'émetteur et du détecteur :	Polycarbonate
Isolant du câble en nappe :	Chlorure de polyvinyle
Roue codeuse :	Alliage de nickel
Colles :	RVT, silicone

INTERFACE

Il est indispensable que l'interface mécanique et électrique du codeur soit réalisée correctement pour que celui-ci puisse remplir une fonction utile dans un système donné.

MATERIEL

Le câble en nappe, fourni avec le codeur, est de qualité suffisante dans la plupart des cas. Ce câble non blindé peut supporter des interférences électromagnétiques de fort niveau sans influence sur les performances du codeur. Ce câble est constitué de conducteurs mono-brin (rigides) non prévus pour supporter des flexions ou des déplacements entre connecteur et codeur répétés. La figure 12 indique les points de concentration des contraintes pendant la flexion. Pour éliminer les contraintes dues aux déplacements ou à de fortes vibrations, il est recommandé de ligaturer le câble comme l'indique la figure 13. Le reste du câble doit être monté de telle manière qu'il n'y ait pas de flexions répétées dans une zone particulière.

Les codeurs HEDS-5000 et HEDS-6000 standard sont fournis avec un connecteur femelle à cisaillement d'isolant en extrémité du câble. Le tableau 4 indique les connecteurs mâles compatibles. Pour d'autres câbles et connecteurs, s'adresser à un distributeur agréé Hewlett-Packard.

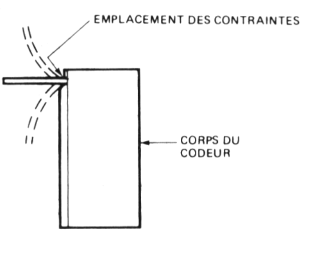


FIGURE 12

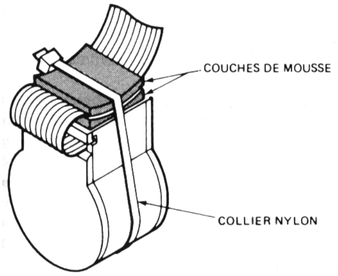


FIGURE 13

Tableau 4

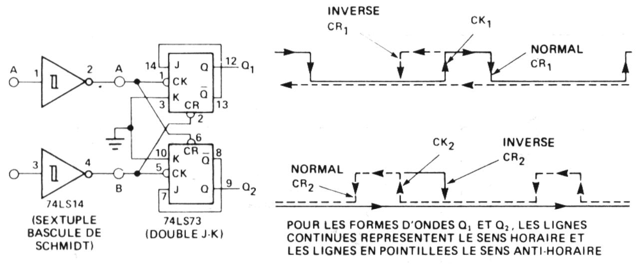
FABRICANT	REFERENCE DU CONNECTEUR MALE
AMP	102154-1 102160-1
Molex	10-56-2101 10-55-2101
3M	3446-2002 3446-1002
Berg	65962-001
Robinson-Nugent	IDH-10-SI IDH-10-SRI

CIRCUITS

Certaines applications, comme la tachymétrie ou celles ne nécessitant qu'un seul sens de rotation, n'utilisent qu'une seule voie. Cependant dans la plupart des cas, il est nécessaire d'intégrer (comptage) la position angulaire de l'axe donc d'utiliser les deux voies pour déterminer le sens de rotation. Le circuit de base compte les cycles, alors qu'une de ses versions plus complexes, parfois utile, compte à la fois les deux transitions d'une voie (x2). Il est recommandé de placer une bascule de Schmitt LSTTL en tampon, en sortie de voie. Cette bascule augmente la sortance du codeur tout en diminuant sa sensibilité aux erreurs introduites par des transitions de longue durée à la sortie du codeur.

Le circuit de la figure 14 fournit une impulsion montante ou descendante à chaque cycle. La configuration à hystérésis verrouillée évite que le circuit réalise des comptages multiples lorsque l'axe oscille faiblement autour de son point d'équilibre pendant une transition.

Pour permettre de distinguer un état haut d'un état bas, il est possible d'accroître la résolution en comptant chaque transition en sortie d'une voie. Le circuit de détection de fronts de la figure 15 fournit une impulsion à chaque transition sur la voie A. La porte OU exclusif se déclenche à la fréquence double de chaque voie, et si on l'observe en coïncidence avec la transition négative en sortie, son état correspond au sens de rotation. Ces deux sorties peuvent servir à réaliser le signal d'horloge et de sorties de commande d'un compteur-décompteur genre 74LS168.



DETERMINATION DU SENS DE ROTATION : SENS HORLOGE, IMPULSIONS EN Q_1 ; SENS INVERSE, IMPULSIONS EN Q_2

FIGURE 14 – Circuit de comptage des cycles (x1)

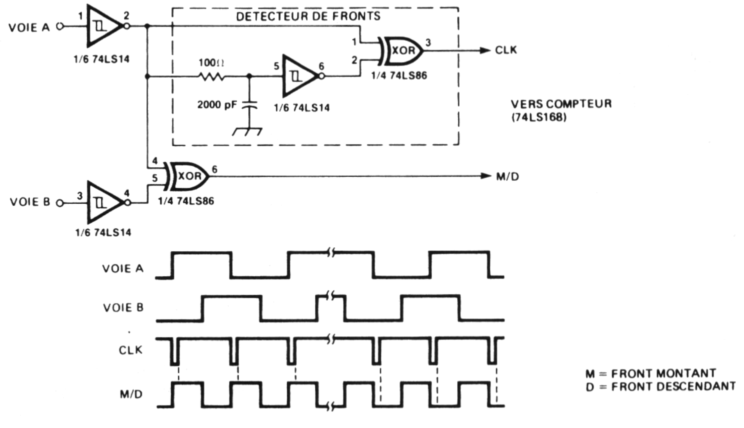


FIGURE 15 – Circuit de comptage x2

INTERFACE POUR MICROPROCESSEUR

L'interface avec un microprocesseur se fait selon différentes méthodes dépendant des exigences de conception. Un sous-programme d'interruption du système de commande, simple à réaliser, est valable aux faibles vitesses de rotation. Un sous-programme d'entrée peut réduire le matériel et convenir à des vitesses de rotation plus élevées. A très grande vitesse, la sortie du codeur peut attaquer un étage tampon constitué d'un compteur à base d'éléments discrets avant d'être introduit sur le microprocesseur.

Réalisation de l'étage de commande d'interruption

Sous-programme d'interruption

> Entrer la voie A et la voie B dans le totalisateur.
> Masquer tous les bits sauf les bits 0 et 1.
> SI (IF) le totalisateur = 1 ou 2.
> ALORS (THEN)
>   Incrémente le registre compteur.
> SINON (ELSE)
>   Décrémente le registre compteur.

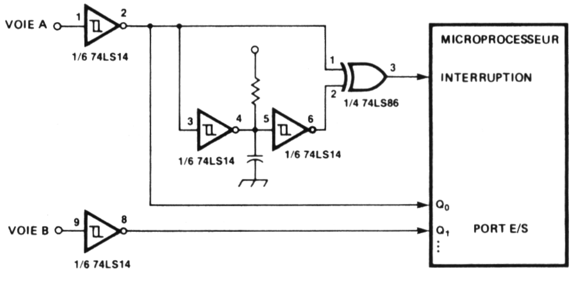


FIGURE 16 – Interfaces d'interruption

L'usage d'un indicateur binaire de dépassement permet à l'utilisateur d'accroître la capacité effective du compteur pour lui permettre d'atteindre sa capacité de comptage maximale.

Entrée programmée :

L'échantillonnage des sorties du codeur et l'algorithme de décodage sont écrits comme faisant partie intégrante du programme qui se déroule, ce qui élimine le temps système associé aux sous-programmes d'interruption. L'échantillonnage devenant alors indépendant des transitions du codeur, la vitesse de rotation de l'axe doit être réduite pour laisser le microprocesseur échantillonner au-moins une fois par état logique en sortie.

La vitesse de rotation maximale se calcule comme suit :

1. La largeur minimale requise de l'état logique doit être plus longue que le cycle du programme.

$$T_S \left(1 - \frac{\Delta S_{max}}{90}\right) > T_p$$

Dans cette formule :

T_S = durée nominale de l'état à la fréquence maximale

T_p = durée de la période d'échantillonnage du programme

ΔS_{max} = erreur maximale sur la largeur de l'état logique

2. En remplaçant T_S par sa valeur ci-dessus, la fréquence maximale est de :

$$f_{max} = \frac{1}{4\,T_S} = \left(\frac{1 - \frac{\Delta S_{max}}{90}}{4\,T_p}\right) \text{ Hz}$$

ΔS s'estime comme indiqué au paragraphe «Conception du codeur». Comme ΔS dépend aussi de la fréquence, il faut faire une première estimation à la fréquence voulue puis, si nécessaire, (pour des cycles de programmes très rapides), par itération, faire converger résultats et hypothèses.

La vitesse maximale autorisée découle de la fréquence :

$\omega_{max} = (2\,\pi\, f_{max}/N)$ radians/s

N représentant le nombre de comptes de la roue codeuse

Exemple :

Un moteur doit fonctionner à 3000 t/mn. L'erreur sur la largeur de l'état est estimée à 45 degrés électriques. Calculer la durée maximale de la période d'échantillonnage.

$$f = \left(\frac{600}{60}\right) \times 500 = 5 \text{ kHz}$$

$$T_S = \frac{1}{4\,f} = 0{,}05 \text{ ms}$$

$$T_p \leqslant T_S \left(1 - \frac{\Delta S_{max}}{90}\right)$$

$$\leqslant 0{,}05 \left(1 - \frac{45}{90}\right) \text{ ms}$$

$$\leqslant 25\ \mu s$$

L'intervalle de temps maximal admissible entre échantillons à l'entrée doit être de 25 μs. Un cycle complet du programme ne doit pas dépasser cette valeur sous peine de perdre des comptes du codeur.

SOUS-PROGRAMME DE DECODAGE

Un sous-programme de décodage doit conserver en mémoire l'état qui précède. Après l'entrée de l'état présent, une décision doit être prise quant au sens de rotation (éventuellement). Ceci peut être réalisé en accédant à l'emplacement d'une table déterminé par un mot de deux bits représentant l'état précédent et dont le contenu est le mot correspondant à l'état suivant dans le sens de rotation horaire.

ETAGE TAMPON

La conception de l'étage tampon dépend du rapport entre la fréquence du codeur et la fréquence d'échantillonnage du microprocesseur.

L'élément de mémoire à un seul étage (flip-flop) de la figure 15 multiplie la fréquence possible du décodeur par un facteur de 2,5 environ tout en permettant le comptage de deux transitions par cycle.

Pour atteindre des vitesses de rotation encore plus grandes, un compteur-décompteur peut servir d'étage tampon au codeur. Le microprocesseur accède directement au mot parallèle du compteur.

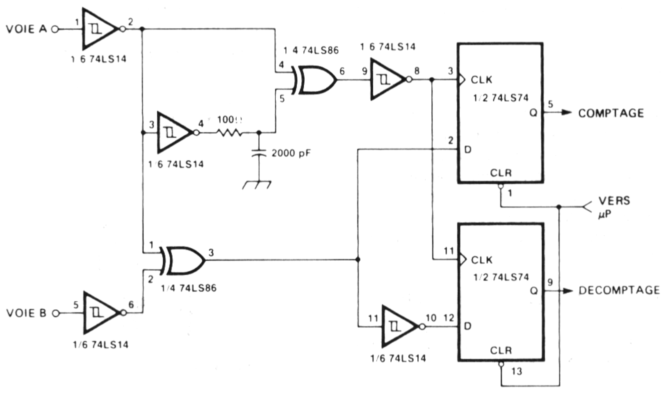


FIGURE 17 – Etage intermédiaire adaptateur x2 pour compteur-décompteur

DETECTION DE LA POSITION DE L'AXE

Un codeur incrémentiel est un composant de coût intéressant, fiable, permettant de déterminer la position d'un axe. Comme sa sortie fournit une impulsion par incrément de rotation, il est nécessaire de prévoir un système intégrant le train d'impulsion pour pouvoir indiquer la position.

Le circuit de la figure 17 réalise l'adaptation des signaux de sortie du codeur à l'entrée d'un compteur-décompteur. La résolution du comptage correspond au double du comptage de la roue codeuse.

ANNEXE A

CHOIX D'UN CODEUR

PARAMETRE	DESCRIPTION/AVANTAGES PRINCIPAUX
TYPE :	
ABSOLU	– Fournit un «mot» binaire pour chaque position. Chaque bit nécessite une voie optique particulière. – La résolution est égale au nombre de bits en sortie. – Conserve en permanence l'information de la position correcte sur un tour. – Insensible aux baisses de puissance.
INCREMENTIEL OU RELATIF	– Fournit une impulsion pour chaque incrément dans la rotation de l'axe. – Est constitué généralement de deux voies optiques pour permettre de déterminer les sens de rotation. – Coût inférieur à celui du codeur absolu, du fait du nombre réduit de voies. – Meilleure fiabilité. – Codage en position non limité à un tour.

PARAMETRE	DESCRIPTION/AVANTAGES PRINCIPAUX	
NOMBRE DE VOIES :		
1 VOIE	Un seul train d'impulsions. Les durées sont proportionnelles à la vitesse de rotation.	– Fournit les informations nécessaires et suffisantes si le moteur ne doit tourner que dans un seul sens. – Electronique moins coûteuse.
2 VOIES	Deux signaux en sortie en quadrature	– Permet de déterminer le sens de rotation. – Peut, après intégration, indiquer la position.
3 VOIES	Comme le codeur deux voies, la troisième voie donnant une ou plusieurs impulsions par rotation	– Indique la position absolue de l'axe une fois par tour. – Peut servir à remettre les compteurs de position à zéro. – Peut servir comme troisième voie de données

PARAMETRE	DESCRIPTION/AVANTAGES PRINCIPAUX
CONSTRUCTION :	
MONOBLOC	– Le codeur, vendu comme une unité, comporte ses propres paliers et son propre axe. – Facile à utiliser. Moins de montage et de contrôle. – Moins sensible à l'excentricité de l'axe et à la charge.
MODULAIRE	– Le codeur, fourni en kit, est assemblé par l'utilisateur. – Coût plus réduit. – Faibles dimensions. – Moindre inertie et friction du fait de l'élimination des paliers supplémentaires. – Ne nécessite pas d'alignement entre deux axes séparés. – N'ajoute pas de résonance due à la torsion lorsque le moteur et le codeur sont reliés par un axe de grande longueur.
CODAGE :	
DIRECT	– Une roue possédant des perforations interrompt le faisceau lumineux envoyé par une source sur un photo-détecteur. Les fenêtres et leur intervalle sont égaux et de même largeur que le faisceau lumineux, ce qui en réduit la résolution. – Simple, faible coût.
MOIRE	– Un masque constitué d'un ensemble de fentes est placé devant le photo-détecteur. Une roue codeuse possédant des fentes disposées de façon similaire à celles du masque coupe le faisceau lumineux. La lumière n'atteint le détecteur que lorsque les fentes de la roue codeuse et du masque sont alignées. La résolution n'est alors limitée que par l'intervalle entre fentes sur la roue et le masque et non par le diamètre du faisceau lumineux. – La résolution n'est plus tributaire de la taille du détecteur.

PARAMETRE	DESCRIPTION/AVANTAGES PRINCIPAUX
OPTIQUE	
SANS LENTILLE	– Le faisceau lumineux issu de la source peut diverger. Dans ce cas, la distance entre la roue codeuse et le masque doit être très faible pour conserver une modulation suffisante des détecteurs par la lumière. – Faible prix, valable pour les codeurs de faible résolution.
FOCALISEE	– Une lentille focalise la lumière émise sur la roue codeuse. Un jeu quelconque de l'axe provoque un déplacement de la roue codeuse par rapport à sa position optimale donc l'augmentation du diamètre du faisceau lumineux, d'où réduction des contrastes de modulation. – Bonne captation de la lumière. – Résolution meilleure que sur les systèmes sans lentille, lorsque la méthode de la moire n'est pas utilisée.
COLLIMATEE	– Une lentille recueille la lumière d'une petite source et la transforme en un fin pinceau de rayons parallèles dirigés sur la roue codeuse et le photo-détecteur disposé derrière un masque. La modulation de la lumière n'étant pas influencée par l'écartement roue codeuse-masque, il est donc possible de rendre ce dernier plus important même aux fortes résolutions. – L'écartement plus important permet de réduire les tolérances sur le jeu de l'axe. – Permet une meilleure résolution. – Meilleure concentration de la lumière.
SOURCE LUMINEUSE :	
A INCANDESCENCE	– Petite lampe. – Forte puissance lumineuse.
A SEMI-CONDUCTEUR	– Une DEL fournit une lumière rouge ou infrarouge proche. – Faible consommation. – Meilleure fiabilité. – Faibles dimensions, source plus concentrée permettant une meilleure collimation.
ROUE CODEUSE :	
VERRE	– Un ensemble de barres est imprimé sur le verre. – Plus grande résolution possible. – Meilleure précision des cycles. – Bonne planéïté.
METAL	– Le disque métallique comporte un ensemble de fentes sur son pourtour. – Faible inertie. – Rapport résolution/inertie bien meilleur. – Insensible aux rayures. – Robuste.

PARAMETRE	DESCRIPTION/AVANTAGES PRINCIPAUX
MISE EN FORME DU SIGNAL :	
UNE SEULE SORTIE	– Un seul détecteur par voie collecte la lumière modulée. Le photo courant qui en résulte est amplifié puis envoyé sur une sortie unique. Le signal numérique est obtenu en comparant le signal en sortie de l'amplificateur à un niveau de référence (en général égal à la moitié du niveau crête). Tout changement de niveau dans le cheminement de la lumière (dégradation de la source, par exemple) amènera une dissymétrie de la forme d'onde numérisée. – Faible coût.
DIFFERENTIELLE (PUSH-PULL)	– Les perforations du masque sont disposées devant deux détecteurs espacés de façon que seul l'un d'eux soit éclairé à la fois. Les courants résultants sont amplifiés par un amplificateur différentiel. – Le signal numérique est obtenu en comparant les signaux de chaque sortie. – Les formes d'ondes sont stables et moins influencées par la température ou les modifications d'alignement.
SORTIE :	
ANALOGIQUE	– Le signal triangulaire amplifié est sorti puis numérisé par un circuit extérieur. – La sortie peut être réinjectée pour déterminer, par interpolation, la position analogique. – Quelquefois utilisée pour le contrôle de vitesse.
NUMERIQUE	– Le codeur délivre un signal numérique. – S'interface directement aux circuits numériques. – Possède une plus grande immunité au bruit. – Interconnexion plus simple.

ANNEXE B

MOTEURS A COURANT CONTINU

L'emploi du codage au moyen de moteurs dans les applications concernant la commande en position nécessite souvent des moteurs spéciaux répondant à des exigences particulières telles que le couple, la vitesse, le diamètre, l'axe, le boîtier, etc. Il n'est pas facile de faire la liste de tous ceux qui sont compatibles avec les HEDS-5000 et HEDS-6000.

Les moteurs qui lui conviennent doivent répondre à quatre critères mécaniques suivants :

- Le jeu axial.
- La perpendicularité de l'axe par rapport aux faces.
- L'excentricité de l'axe.
- Le jeu radial.

Les tolérances maximales sur ces paramètres sont spécifiées dans la fiche technique des HEDS-5000 et HEDS-6000.

Pour aider ceux qui désirent un moteur permettant d'évaluer les performances des HEDS-5000 et HEDS-6000, nous indiquons, au tableau 5, ceux que nous avons essayés et dont les tests sur échantillons ont répondu aux spécifications. La liste de moteurs ci-dessous n'est pas exhaustive, d'autres fabricants peuvent en offrir convenant parfaitement, de même que chez les fabricants indiqués, il peut en exister d'autres très valables.

Tableau 5

FABRICANTS	REFERENCES
Electro-Craft	Séries 508, 510
Pittman	Séries 8000, 9000, 13000
Portescap	Séries 23021, 26PC11, 28PL21, 34L11
Transicoil	Tous les moteurs avec axe de 3,96 ou 6,35 mm

Si on consulte une fiche technique de moteur, on constate que les dimensions sont bien spécifiées mais que les paramètres spécifiés plus haut sont rarement indiqués. Il est nécessaire de s'entendre avec le fournisseur pour qu'il indique les paramètres d'axe de ses moteurs.

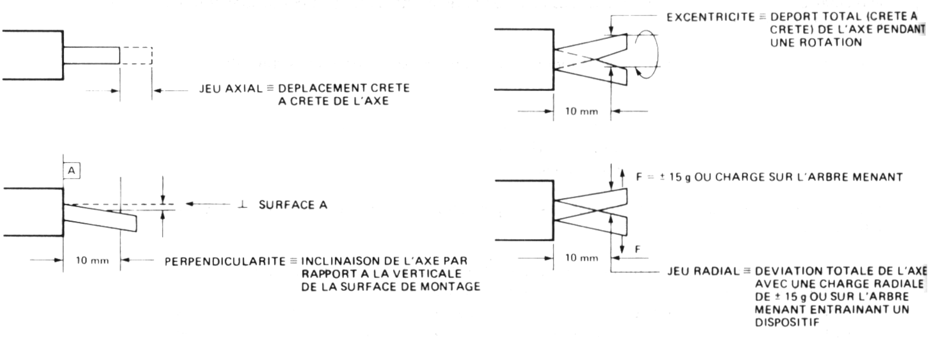
Quelques fabricants donnent le choix entre des paliers d'axe manchonnés ou à billes. Les paliers à billes améliorent la qualité des paramètres et peuvent être nécessaires pour obtenir les spécifications voulues.

Les exigences de montage des codeurs doivent être communiquées au fabricant pour que l'alignement du codeur soit réalisable. Ceci peut nécessiter la réalisation éventuelle d'une plaque de montage supplémentaire avec trous taraudés.

Les contrôles du jeu axial, de la perpendicularité, de l'excentricité et du jeu radial de l'arbre sont nécessaires pour accepter les moteurs en contrôle d'entrée. L'utilisateur doit s'assurer que les conditions d'essais concordent avec les exigences des codeurs HEDS-5000 et HEDS-6000. Par exemple, la roue codeuse est située grosso-modo à 10 mm de la surface de montage lorsque le codeur est installé, c'est pourquoi, la perpendicularité, l'excentricité et le jeu radial doivent être mesurés à cette distance de la surface sur laquelle le codeur est fixé.

ANNEXE C

PARAMETRES D'AXE D'UN MOTEUR



Inscription des légendes sur les barrettes modulaires lumineuses

INTRODUCTION

Les barrettes modulaires à DEL Hewlett-Packard facilitent la réalisation économique de messages lumineux. De tels voyants permettent ainsi de visualiser les états d'un système, un mode de fonctionnement, l'étape suivante d'une séquence. Ces barrettes existent dans les dimensions suivantes : 5,08 x 10,16 mm - 5,08 x 20,32 mm - 10,16 x 10,16 mm et 10,16 x 20,32 mm, elles peuvent être constituées d'un ou plusieurs secteurs lumineux. Les montures Hewlett-Packard HLMP-2598, -2599, -2898 et -2899 facilitent leur montage sur panneau avant.

Cette note d'applications décrit les différentes méthodes de réalisation des messages ou symboles. Un tableau résume les différents stades des techniques utilisables et facilite leur choix. Chaque technique est expliquée en détail, avec la méthode de montage et de fixation appropriée. Un dernier paragraphe explique comment réduire les interférences lumineuses entre cavités sur les barrettes à plusieurs secteurs.

DESSIN DE LA LEGENDE

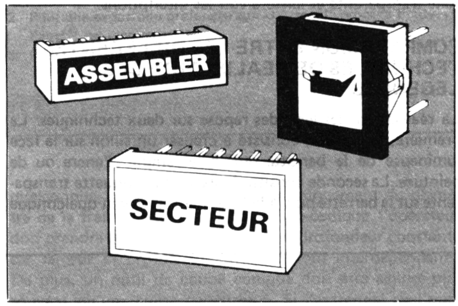
Les deux types de légendes de base sont illustrés figure 1. Il est possible d'utiliser soit une inscription transparente sur fond noir (noir au blanc), soit une inscription opaque sur fond transparent. La première est plus adéquate pour donner des indications routinières comme l'étape suivante d'un processus ou la sélection d'un mode de fonctionnement, c'est-à-dire, visualiser des indications non vitales, alors que la seconde, beaucoup plus lumineuse et attirant plus facilement l'œil, est plutôt réservée aux messages correspondant à une situation critique, par exemple lorsqu'un réservoir est presque vide et doit être rempli.

TYPOGRAPHIE

Les caractères ou symboles gras sont plus lisibles que ceux en caractères maigres. Nous recommandons comme caractère le Haas Helvetica, le Futura demi-gras ou l'Univers 65.



FIGURE 1 – Les deux types de légendes de base



La hauteur des caractères est en fonction directe de la distance de lecture. Le tableau, ci-dessous, valable pour une acuité visuelle normale (10/10), donne la hauteur de caractère nécessaire à une lecture facile en fonction de la distance.

Tableau 1 - Hauteur de caractère en fonction de la distance

Hauteur de caractère (mm)	Distance de lecture (m)
1,45	1
2,91	2
4,36	3
5,82	4

Note :
1. Hauteur de caractère en mm = distance de lecture (m) x 1,454.
   Angle de vision pour un oeil normal = 5 minutes d'arc.
   Tangente de 5 minutes d'arc = $1{,}454 \times 10^{-3}$.



FIGURE 2 – Les caractères gras sont plus lisibles que les caractères maigres

ASPECT DU PANNEAU

Si l'on désire éliminer complètement un message quand il est éteint, on peut utiliser un panneau aveugle. Un panneau aveugle se réalise en plaçant un filtre peu transparent au-dessus de l'afficheur pour réduire le contraste entre les segments éteints et l'arrière plan de la légende. Il peut aussi être intéressant de réduire la différence de couleur entre segment éteint et arrière plan en utilisant des surfaces gris neutre et transparentes pour réaliser la légende : la partie transparente de la légende qui reflète la lumière ambiante lorsque le dispositif est éteint, paraît être de la même couleur que le filtre gris neutre. Lorsque le dispositif est sous tension, les parties transparentes de la légende qui sont allumées, présentent de forts contrastes par rapport aux surfaces gris neutre.

Dans de nombreux cas, l'observateur désire distinguer la légende qu'elle soit éclairée ou non. Ceci s'obtient en installant un filtre ayant un meilleur coefficient de transmission et/ou des zones de légendes de couleurs bien tranchées, telle que noir et transparent. L'arrière plan de la légende éteinte aura une couleur bien distincte, visible dans la zone transparente et laissera voir les inscriptions.

COMPARAISON ENTRE LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE REALISATION DES LEGENDES

La réalisation des légendes repose sur deux techniques. La première, la gravure, consiste à creuser un sillon sur la face lumineuse de la barrette puis à le remplir d'encre ou de peinture. La seconde consiste à placer une étiquette transparente sur la barrette puis à la fixer par un moyen quelconque tel que le collage par exemple. L'étiquette est réalisée par les moyens classiques de la photogravure, de la sérigraphie ou du lettrage-calque. La figure 3 résume les étapes principales de chacune de ces méthodes.

La résistance des étiquettes est souvent une qualité importante pour le fabricant. Les essais de tenue qui suivent ont été imposés à chacune de ces méthodes.

Cycles de température	100 cycles de − 40 à + 85°C 15 mn températures extrêmes, passage de − 40 à + 85°C en 5 mn.
Température de stockage	+ 55°C, 1000 h.
Essai d'humidité	5 jours à 90-98% d'humidité relative, entre − 10 et + 65°C hors fonctionnement.
Essai de transmission	Inspection visuelle.
Tenue à l'arrachage	Elongation maximale du dynamomètre à vitesse constante (30 cm/mn).
Tenue à l'abrasion	500 g, 1000 cycles.
Tenue aux UV	Exposition aux UV équivalente à 2 ans dans une machine de simulation d'intempéries QUV®.
Résistance aux solvants	Fréon, Méthanol, Isopropanol, alcool, eau.

Le résultat des essais ci-dessus, ainsi que des indications sur les coûts relatifs sont résumés au tableau 2.

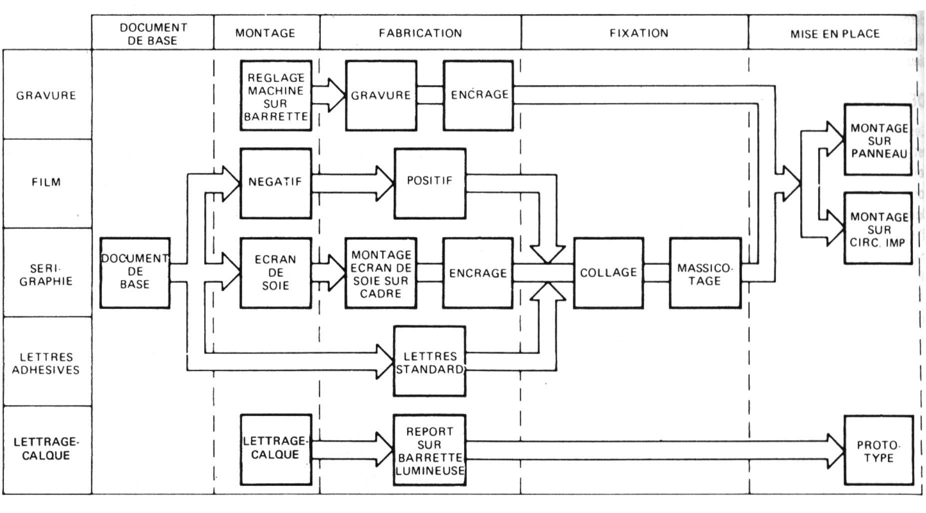


FIGURE 3 — Méthodes de fabrication des légendes

Tableau 2 - Résultat des tests

Mode de réalisation	Montage				Tenue				Coût relatif	
	Lettres noires	Lettres transparentes	Panneau aveugle	Montures HP	Abrasion	Température	Arrachage	Solvants	Mise en œuvre	Fabrication
Gravure mécanique		X		X	X	X	excellente	bonne	coûteux	coûteux
Photogravure	X	X	X	X	X	X	bonne	bonne	faible	faible moyen
Sérigraphie (1)	X	X	X	X	(1)	X	bonne	assez bonne	moyen	faible moyen
Lettres adhésives (2)	X	X	X	X	X	X	bonne	bonne	faible	faible
Lettrage-calque (3)		X		X			mauvaise	mauvaise	faible	moyen

Coût de mise en oeuvre
Réalisation des documents de base, outillage, équipements nécessaires à la fabrication des étiquettes.

Coût de fabrication
Coût des matières et de la main-d'oeuvre nécessaires à la fabrication et au montage des légendes.

Notes :

1. Ne résiste à l'abrasion que réalisée sur l'envers de son support.
2. Pour une exposition prolongée aux UV, seul le procédé Brady-Panel® est recommandé.
3. Prototypes uniquement.

GRAVURE

La gravure est recommandée pour les fortes températures et une atmosphère très humide. La gravure n'est toutefois appropriée que pour des lettres opaques.

La surface à graver étant de très petites dimensions, le corps, la hauteur et l'espace entre lettres sont très importants. Pour les petites lettres, utiliser un corps normal, pour les grandes lettres, utiliser un corps étroit. Après avoir réglé la machine, placer la barrette lumineuse dans un étau pour la maintenir sur trois côtés et éviter d'endommager les pattes.

Les meilleurs résultats seront obtenus avec une machine à graver de précision pour pouvoir contrôler la profondeur du sillon et l'alignement des lettres.

La profondeur du sillon ne doit pas dépasser 0,245 mm. Les outils au carbure sont recommandés car très rigides et durables. La coupe de l'outil peut être soit conique (65° ± 5°), soit cylindrique. L'équilibrage de lettres demande que l'épaisseur du trait soit plus faible pour les petites lettres que pour les grandes. En règle générale, pour les lettres de hauteur égale ou supérieure à 3,06 mm, la largeur de l'outil doit être de 0,38 mm.

La fraise, quoique plus fragile qu'un outil de coupe, a quelques avantages : la profondeur des sillons peut être quelconque, leur largeur dépendant uniquement du diamètre de la fraise. Avec un outil de coupe conique, l'opérateur doit prendre la précaution de graver à profondeur constante car largeur et profondeur du sillon sont interdépendants. De plus, un outil de coupe conique doit être aiguisé plus souvent qu'une fraise cylindrique. Si l'extrémité de l'outil conique s'émousse, la largeur du sillon augmente alors que pour une fraise cylindrique, elle reste constante.

Remplir le sillon de peinture noire épaisse pour avoir un bon résultat. La peinture utilisée doit avoir une très bonne tenue sur le plastique. Avant de procéder au choix définitif d'une marque, faire des essais tels que ceux préconisés au paragraphe COMPARAISON ENTRE LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE REALISATION DES LEGENDES.

La peinture est appliquée avec un pinceau fin puis essuyée avec un chiffon non pelucheux pour enlever l'excès de peinture, en évitant d'en répandre jusqu'au bord du boîtier. Si par hasard la peinture se loge dans les interstices de la résine époxy et du boîtier en polycarbonate, l'enlever avec un solvant du genre Sol BT-67® fabriqué par Shell à l'aide d'un chiffon non pelucheux. Enfin, lorsque la peinture est presque sèche, terminer le nettoyage à l'aide d'un chiffon trempé dans du méthanol ou de l'alcool.

LEGENDES SUR SUPPORT TRANSPARENT

Document de base de la légende

Toutes les méthodes d'inscription de légendes sur films transparents, sauf le lettrage-calque, utilisent des procédés photographiques. Pour que le résultat soit le meilleur, les inscriptions ou dessins doivent être exécutés à grande échelle puis réduit photographiquement. Pour que les légendes soient faciles à cadrer, il est nécessaire de prévoir des repères sur le dessin d'origine. Le dessin de la figure 4a comporte les traits d'alignement et les repères de coins. En prévoyant une étiquette dépassant de chaque côté de 0,2 mm, les faibles désalignements pouvant se produire pendant la fixation seront difficilement observables (figure 4b).

disponibles chez Agfa Gavaert, Dupont*, etc. Les deux films essayés ont le même support, les émulsions et le développement étant différents. Les films Kodak Reproduction, utilisés couramment en arts graphiques, sont les plus solides et les moins sensibles aux piqures. Le film Kodalith Ortho, plus sensible aux piqures et à la poussière, est plus spécialement destiné à la reproduction des demi-teintes (documents tramés).

PROCEDE SERIGRAPHIQUE

Support de légende

Un film transparent en polycarbonate ou en polyester peut s'utiliser pour réaliser le support des légendes. Un support

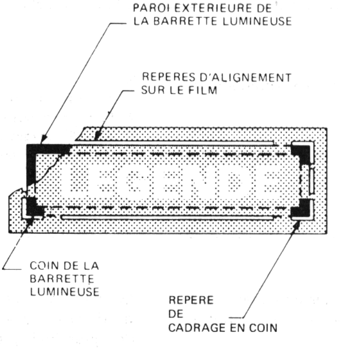


FIGURE 4a – Film avec repère d'alignement et de cadrage

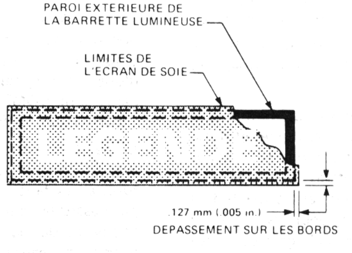


FIGURE 4b – Ecran avec dépassement pour permettre l'alignement

PROCEDE PHOTOGRAPHIQUE

Ce procédé est rapide et peu coûteux. Le document de base est tout d'abord photographié à échelle réduite. Le négatif obtenu sert ensuite à reproduire des positifs avec légende au verso de façon à la lire par transparence. Une fois l'étiquette fixée, l'émulsion très fragile, intercalée entre la surface de la barrette et le support transparent, se trouve protégée contre les chocs et les rayures. Toutefois, cette disposition augmente les réflexions parasites sur la surface.

Les films polyester sont ceux qui présentent la meilleure stabilité dimensionnelle, le meilleur contraste, la densité optique optimale et diffusent le moins la lumière. Deux qualités de films ont été essayées et jugées correctes : le Kodak Reproduction Film 4566® et le Kodalith Ortho Film 4556®, type 3. Des films de qualité équivalente sont

présente d'excellentes qualités, le film de 102 µm LEXAN®, référence 8010-112, fabriqué par General Electric*, sur lequel les encres sérigraphiques tiennent particulièrement bien et qui présente une très bonne stabilité dimensionnelle à la chaleur. Les films polyester peuvent être utilisés mais les encres époxy ou acryliques n'y adhérant pas, on est obligé d'utiliser des encres spéciales.

Encres sérigraphiques

Certaines encres acryliques ou époxy peuvent s'utiliser en sérigraphie. Les supports transparents en polycarbonate ou époxy peuvent être sérigraphiés avec l'encre spéciale GF 140®, fabriquée par General Formulations*. Cette encre est particulièrement solide tout en restant souple, certaines précautions doivent cependant être prises en raison de sa solubilité. Elle présente une affinité particulière pour le polycarbonate, le polyester et le papier entre autres. Il faut

donc éviter l'empilage des supports ainsi que d'intercaler des feuilles de papier entre eux avant séchage complet pour éviter le maculage.

L'impression sur polycarbonate peut aussi se réaliser avec l'encre acrylique 70-111®, de Nazdar*

Cette encre est très facile à appliquer et à nettoyer. Elle ne possède toutefois pas l'adhérence de certaines des autres encres. Sur polycarbonate uniquement, nous recommandons l'encre WORNOW® WORNOWINK, série 50, avec durcisseur Hysol n° 9. Une fois sérigraphiée, l'encre époxy durcit rapidement à l'air pour atteindre une consistance semi-dure qui permet la découpe des légendes sans précautions particulières. Toutefois, avec les encres à base de résine époxy, faire très attention aux proportions de durcisseur à ajouter. Si la quantité de ce dernier est trop importante, l'encre peut continuer à durcir après le cycle de séchage normal, pendant plusieurs mois et rendre l'encre cassante. Dans ces conditions, les feuilles sérigraphiées ont une durée de vie de stockage assez limitée et ne doivent pas être conservées trop longtemps avant leur collage sur les barrettes lumineuses. Séchées à haute température, les encres époxy résistent très bien à l'abrasion et aux agents chimiques.

Maillage des écrans de soie

L'épaisseur de l'encre dépend du maillage des écrans, et dans une moindre mesure, de la hauteur de l'écran au-dessus du support en polycarbonate. La couche d'encre ne doit pas dépasser 25 μm, une couche plus épaisse risquant de faire cloquer le substrat ou de se craqueler pendant le séchage à chaud. Les maillages recommandés pour les encres mentionnées ci-dessus sont les suivants :

Encre WORNOWINK 50-9 .... 80 mailles/cm
Encre GF 140 .... 80-130 mailles/cm
Encre Nazdar 70-111 .... 130 mailles/cm

Sérigraphie

Il est possible de sérigraphier les légendes soit au recto, soit au verso du support. Sérigraphiée sur le recto, l'encre n'est pas directement protégée, elle est donc exposée à l'abrasion, bien que les encres que nous avons signalées précédemment soient aptes à cette utilisation.

La sérigraphie au verso du support permet de protéger les inscriptions contre les rayures. L'encre se trouve alors en contact avec l'adhésif maintenant l'étiquette collée sur la barrette lumineuse, et le film de polyester sert de protection.

ETIQUETTES AUTO-COLLANTES

Certains fabricants vendent des étiquettes auto-collantes en polycarbonate ou en polyester avec légendes à la demande enduites d'un adhésif industriel résistant. Ces étiquettes se présentent en différentes couleurs et textures. Un matériau de surface brillante transmet plus de lumière mais augmente les réflexions spéculaires, il faut donc l'utiliser derrière un filtre. Par contre, un matériau satiné donnera des légendes plus douces mais la lumière sera fortement atténuée. Ces étiquettes ne doivent pas dépasser une épaisseur de 0,25 mm. Elles doivent d'autre part avoir une bonne tenue aux UV et à l'abrasion.

LETTRAGE-CALQUE

La lettre transfert permet de réaliser rapidement des légendes, mais uniquement pour les prototypes, car elles peuvent présenter des boursouflures sous l'action des cycles de températures et de l'humidité. Elles adhèrent d'autre part faiblement à leur support.

Un vaste choix de caractères est offert par les différents fabricants de lettres à report comme LETRASET ou MECANORMA. Le transfert sur la face de la barrette, extrêmement simple et rapide, se fait à l'aide d'un brunissoir. Pour protéger les lettres, il est possible de les recouvrir d'une épaisseur de film en polycarbonate.

FIXATION DES ETIQUETTES SUR LES BARRETTES

Montures pour barrettes lumineuses

Les montures de barrettes HLMP-2598, -2599, -2898 et -2899 permettent de fixer les barrettes sur les faces avant d'appareils. Ces barrettes servent en même temps de cadre pour maintenir des étiquettes transparentes, de 0,3 mm d'épaisseur, supportant les légendes. Les étiquettes doivent être découpées avant d'être montées.

Ces montures sont très commodes car les étiquettes sont maintenues en place sans colle ni support adhésif double face. Pour plus amples informations, se reporter à la fiche technique les concernant.

Fixation par bande adhésive

Toutes les légendes sur film, sauf celles dont le verso est recouvert d'adhésif, peuvent être fixées par bandes adhésives double face. Ces bandes doivent être constituées d'un support polyester recouvert sur chaque face d'un adhésif acry-

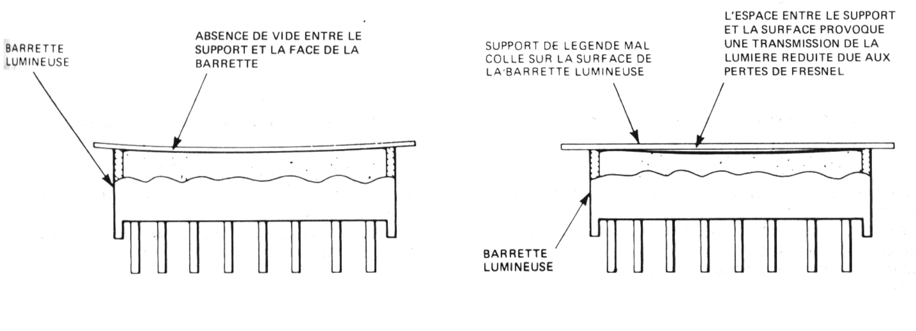


FIGURE 5 — Un support de légende bien collé sur la face élimine les pertes de Fresnel

lique avec bande de protection. L'épaisseur de la combinaison adhésif plus support est en général de 0,102 mm.

APPOSITION DES LEGENDES

Pour assurer une bonne fixation des étiquettes transparentes dont le verso n'est pas recouvert d'adhésif, procéder comme suit :

1. Sans enlever la bande de protection, appliquer la face adhésive avec une forte pression soit contre le verso de l'étiquette, soit sur la surface de la barrette lumineuse.
2. Enlever la bande de protection. Aligner la légende par rapport à la face de la barrette puis la coller avec une forte pression. Il est important d'éviter tout intervalle ou toute bulle entre l'adhésif et l'étiquette d'une part, et l'adhésif et la face de la barrette d'autre part car, comme le montre la figure 5, cela réduit la transmission de lumière à travers la légende par pertes de Fresnel et rend la fixation moins solide.
3. Découper la légende à dimension avec un petit massicot (comme le montre la figure 6) ou une paire de ciseaux.
4. Pour améliorer l'adhésion, chauffer l'ensemble à 115°C dans un four pendant 4 h.

Note : Avec les légendes dont le verso est recouvert d'adhésif, suivre les étapes 2 et 3.

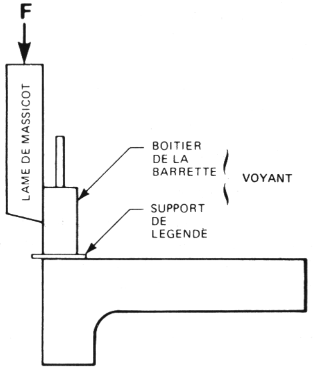


FIGURE 6 — Mise à dimension du support de légende

REDUCTION DES INTERFERENCES LUMINEUSES SUR UN VOYANT MULTIPLE

Certaines barrettes modulaires Hewlett-Packard ont une surface constituée de plusieurs secteurs lumineux. Chaque secteur peut s'allumer indépendamment. Il est possible d'utiliser une légende multi-fonctions sur une barrette lumineuse à plusieurs segments. On obtient ainsi un voyant de petite taille capable de visualiser jusqu'à 4 symboles ou messages.

Le support et l'adhésif acrylique transparents ont tendance à se comporter comme des conduits de lumière. Une partie de la lumière peut passer d'une zone éclairée vers la zone sombre adjacente comme le montre la figure 7. Cette fuite de lumière si elle est suffisamment forte peut provoquer une confusion entre deux zones adjacentes dont l'une est allumée et l'autre éteinte.

Cette interférence lumineuse peut être réduite en utilisant une impression en noir au blanc au verso du support de légende. L'impression au verso réduit la quantité de lumière qui peut parcourir la feuille transparente.

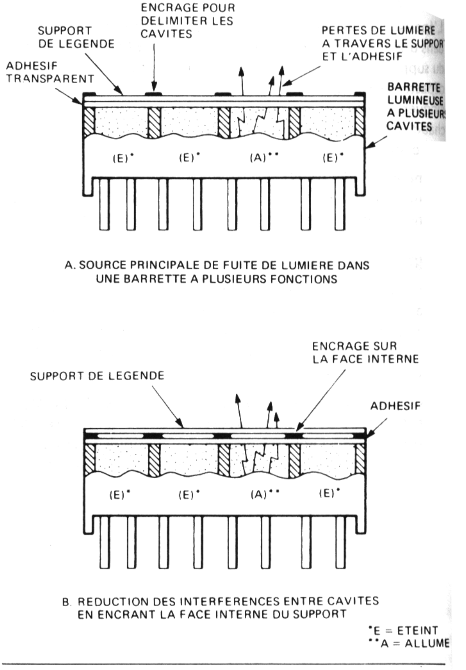


FIGURE 7 — Limitation des interférences lumineuses entre cavités éclairées et éteintes

* DUPONT - Division Plastique - 9, rue de Vienne - 75008 PARIS - tél. (1) 387.49.29
GENERAL ELECTRIC - Plastics France - BP 67 - 91002 EVRY Cedex - tél. (6) 077.92.85
GENERAL FORMULATIONS - 350 S Union - SPARTA (Michigan 49345) - USA
NAZDAR Europe - Z. I. - 77390 VERNEUIL L'ETANG - tél. (6) 425.00.26
WORNOW - Etablissements Leguay - 44, rue d'Estiennes d'Orves - 93310 LE PRE SAINT GERVAIS - tél. (1) 843.42.13

HEWLETT PACKARD

NOTE D'APPLICATIONS 1015

Techniques d'amélioration du contraste pour les Afficheurs à DEL

INTRODUCTION

La lisibilité est la caractéristique essentielle d'un système d'affichage électronique. Elle doit de surcroît pouvoir être obtenue dans des conditions de lumière ambiante quelles qu'elles soient, de l'obscurité à une vive lumière solaire. L'une des contributions clés à la lisibilité dans une ambiance vivement éclairée est le contraste entre les éléments "éclairés" d'un affichage et l'arrière plan. Il s'exprime par la combinaison entre le contraste de luminance et le contraste de chrominance.

Des travaux considérables ont été effectués chez Hewlett-Packard pour définir et comprendre les paramètres affectant les contrastes de luminance et de chrominance d'un afficheur à DEL. Sur la base des études réalisées par Jean-Pierre Galves et Jean Brun, nous avons déterminé de nouvelles méthodes de calcul et d'optimisation des valeurs obtenues grâce à la mesure la mieux adaptée de la lisibilité d'un afficheur dans une ambiance de lumière vive, c'est-à-dire "l'indice de discrimination" [1].

L'une des techniques les plus couramment utilisées pour améliorer "l'indice de discrimination" d'un afficheur consiste à utiliser devant l'afficheur un filtre optique soigneusement choisi.

La première partie de cette note d'applications présente les techniques d'amélioration du contraste en lumière intérieure, auquel cas on peut utiliser tous les afficheurs Hewlett-Packard à DEL. La seconde partie présente les afficheurs à DEL destinés à l'obtention d'une bonne lisibilité dans une vive lumière ambiante, ainsi que les techniques d'amélioration des contrastes.

PREMIERE PARTIE : FILTRAGE POUR APPLICATIONS EN LUMIERE D'INTERIEUR

En lumière d'intérieur faible ou modérée, la meilleure lisibilité sera obtenue par l'optimisation du contraste de luminance. L'objectif vise à maximiser ce contraste entre les éléments électroluminescents et le fond, tout en le minimisant entre les éléments non éclairés et le fond. Pour un afficheur à DEL, on y parviendra :

1. En concevant le boîtier de l'afficheur en fonction d'une faible réflectance, de sorte que la luminance des éléments non éclairés soit adaptée à celle du boîtier de l'afficheur.
2. En choisissant un filtre qui transmette un maximum de la lumière émise par la DEL, tout en atténuant la lumière réfléchie hors du boîtier de l'afficheur.
3. En choisissant un filtre à faible réflectance en face avant, pour des conditions d'éclairage ambiant données. D'autre part, pour obtenir une bonne lisibilité en lumière d'intérieur vive ou en lumière solaire, il importe d'optimiser le contraste de chrominance tout autant que le contraste de luminance, le contraste de chrominance se rapportant à la différence de couleur entre les éléments électro-luminescents et le fond.

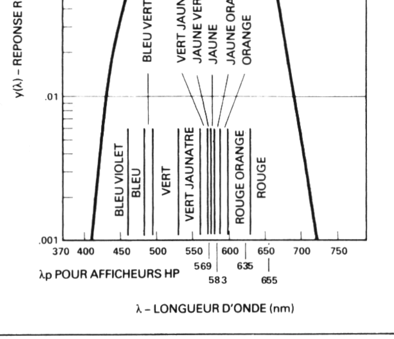


Figure 1 - Courbe de réponse visuelle d'un observateur standard CIE (courbe photopique), y compris les gammes de couleur vive CIE.

APPLICATIONS

Pour mieux comprendre le filtrage, on commencera par définir les termes les plus couramment utilisés en matières d'amélioration du contraste. On présentera ensuite des recommandations relatives à la transmission des filtres spécifiques à chaque couleur de DEL, ainsi que des commentaires quant aux matériaux constituant les filtres (plastique ou verre) et à l'effet de la lumière ambiante sur le contraste de luminance. Enfin, on indiquera la liste des constructeurs de filtres recommandés et des différents matériels qu'ils proposent.

DEFINITIONS

Réponse visuelle - Courbe Standard de l'Observateur

La Courbe Standard de l'Observateur (CSO) est importante en matière d'amélioration du contraste, car la sensibilité de l'œil à des sources électro-luminescentes, à la lumière ambiante et à l'arrière plan des afficheurs dépend largement de la longueur d'onde de la lumière visible émise ou réfléchie. La figure 1 représente la réponse visuelle standard d'un observateur à différentes longueurs d'onde de lumière. La Courbe Standard de l'Observateur (CSO) a été établie en 1931 par la CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) afin de normaliser la relation entre la puissance totale (flux radiant) émise par une source, et la valeur à laquelle l'œil est sensible (flux lumineux). La courbe est à l'échelle logarithmique; les différentes longueurs d'onde d'énergie sont repérées par couleur pour faciliter la référence. On constate que la réponse visuelle atteint une intensité maximale dans la région du vert-jaune, ce qui signifie qu'une source émettant dans cette région aura plus de lumens par watt de puissance rayonnée que des sources d'autres longueurs d'onde. Le facteur de conversion exact au niveau de la crête (555 nm) est égal à 680 lumens de flux lumineux (lm) par watt de puissance émise (W).

Longueur d'onde crête et transmission du filtre

La longueur d'onde à la crête du spectre émis par la DEL s'appelle la longueur d'onde crête (λ p). La figure 2 et le tableau 1 représentent le spectre typique émis par une DEL

Tableau 1. Spectres de DEL normalisés à 1, à des longueurs d'onde crête typiques.

Longueur d'onde (nm)	Rouge standard	Rouge haut rendement	Jaune	Vert
540			.01	.03
545			.02	.05
550			.03	.13
555			.05	.33
560			.12	.65
565			.24	.87
570			.47	1.00
575			.73	.85
580			.92	.67
585			1.00	.55
590		.01	.94	.42
595		.03	.78	.33
600		.04	.62	.26
605	.01	.12	.48	.18
610	.01	.20	.37	.14
615	.03	.40	.28	.11
620	.05	.61	.17	.08
625	.13	.78	.13	.07
630	.20	.96	.11	.05
635	.37	1.00	.08	.04
640	.55	.91	.07	.03
645	.75	.81	.06	.03
650	.94	.71	.05	.02
655	1.00	.58	.05	.02
660	.96	.45	.04	.01
665	.84	.36	.04	.01
670	.72	.27	.03	
675	.60	.21	.01	
680	.47	.15		
685	.36	.12		
690	.25	.09		
695	.21	.05		
700	.16	.01		

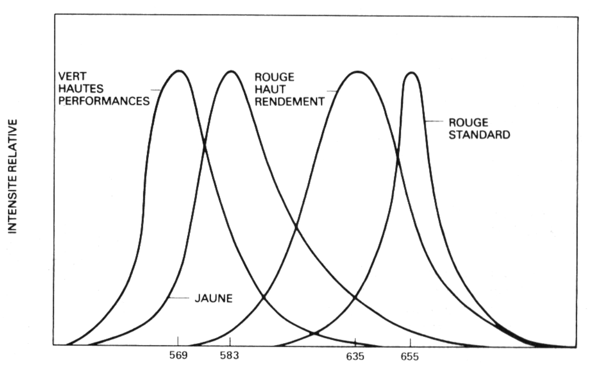


Figure 2 - Intensité relative par rapport à la longueur d'onde.

pour quatre couleurs standard : le rouge (λ p = 655 nm), le rouge haut rendement (λ p = 635 nm), le jaune (λ p = 583 nm) et le vert (λ p = 569 nm). Ces quatre couleurs standard entrent dans la région de lumière visible.
Le filtre convenant le mieux à une utilisation avec l'une quelconque de ces quatre couleurs sera choisi en fonction de sa courbe de transmission. Elle représente sa transmittance relative par rapport à la longueur d'onde, sur l'ensemble de la région des longueurs d'onde visibles. La transmittance relative d'un filtre par rapport à une longueur d'onde donnée se définit de la manière suivante :

$$\text{Transmittance relative } T(\lambda) = \frac{\text{Flux lumineux avec filtre à la longueur d'onde } \lambda \text{ p}}{\text{Flux lumineux sans filtre à la longueur d'onde } \lambda \text{ p}}$$

Si un filtre optique donné a une transmission relativement constante sur le spectre émis par la DEL, on pourra se servir de la transmission à la longueur d'onde crête pour estimer la quantité de lumière émise par l'afficheur et passant à travers le filtre. Si par exemple un filtre a une transmittance constante de 60 % à un λ p donné, on peut estimer qu'environ 60 % de la lumière émise par l'afficheur passera à travers le filtre, que 40 % seront absorbés. En fait, la lumière émise par l'afficheur et passant à travers un filtre (L) est une intégrale, produit de plusieurs fonctions :

$$L = \int \ell(\lambda)\, Y(\lambda)\, T(\lambda)\, d\lambda \qquad (1)$$

où $\ell(\lambda)$ = Spectre émis par la DEL (voir tableau 1)

$Y(\lambda)$ = Courbe photopique établie par la CIE en 1931 (voir Wyzecki et Stiles, *Color Science)*

$T(\lambda)$ = Caractéristique de transmission relative du filtre (fournie par le constructeur du filtre).

Comme le montre la figure 3, si la pente de la courbe de transmission du filtre évolue rapidement dans la région du spectre émis par la DEL, la transmission à la longueur d'onde crête ne correspondra plus à une estimation précise de la lumière émise par l'afficheur et passant par le filtre. Toutefois, pour une transmission plus constante, l'estimation sera assez précise.

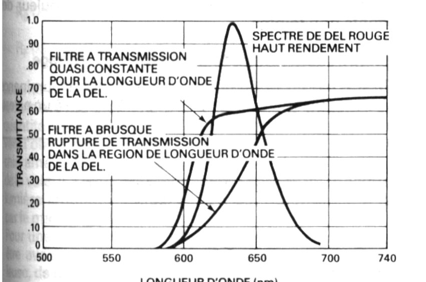


Figure 3 - Comparaison entre deux filtres rouges à longue bande passante, utilisables avec des afficheurs rouges haut rendement.

Caractéristiques du filtre déterminant la transmission lumineuse

Comme on l'a vu au paragraphe précédent les filtres sont choisis en fonction de leur courbe de transmission, qui représentent leur transmittance relative par rapport à la longueur d'onde, sur l'ensemble de la région de la lumière visible.

Pour tous les filtres, la lumière totale transmise est égale à la lumière émise par la DEL moins la lumière absorbée dans le filtre et la lumière réfléchie aux interfaces filtres/ambiance.
Les caractéristiques d'absorption relative sont déterminées par la couleur du colorant et sa concentration, tandis que les caractéristiques de réflectance sont déterminées par l'indice de réfraction du matériau constituant le filtre. Du fait que l'indice de réfraction est pratiquement une constante, on fait varier la teneur et la concentration du colorant pour obtenir la transmission requise pour toute longueur d'onde donnée.
Lorsqu'on choisit un filtre ou qu'on moule son propre matériau, il importe que la couleur et la concentration du colorant soient contrôlées avec soin, de manière à ce que les caractéristiques de transmission interne soient cohérentes d'un filtre à un autre. On peut considérer la transmittance interne comme la lumière émise par la DEL moins la lumière absorbée par le matériau du filtre. Ainsi, la formule correspondant à la lumière de la DEL transmise à travers le filtre sera la suivante :

Flux lumineux avec filtre à une longueur d'onde λ p	=	Flux lumineux transmis à travers le filtre	−	Flux lumineux réfléchi aux interfaces filtres/air	
$T(\lambda)$	=	$Ti(\lambda)$	−	$R(\lambda)$	(2)

Si la coloration du colorant est maintenue à une densité constante, la transmission interne à travers le filtre à une longueur d'onde Ti (λ p) donnée sera la fonction exponentielle de l'épaisseur du matériau.

(Transmission interne) $$Ti = e^{-ax} \qquad (3)$$

où x = épaisseur du filtre.
e = 2,71828
a = coefficient d'absorption, égal à - ln (t) où t est la transmission interne en fonction de l'unité d'épaisseur.

Comme l'indique la figure 4, la transmission interne au travers d'un filtre de 1 mm d'épaisseur est égale à 0,875 à une longueur d'onde de 655 nm. Pour une épaisseur de 2,5 mm, un filtre de même matériau aura une transmission relative de 0,716.

$$-\ln(0{,}875) = 0{,}1335 = a$$
$$T = e^{-(0{,}1335)(2{,}5)} = 0{,}716$$

La lumière qui n'est pas transmise à travers le filtre ou absorbée par ce dernier est réfléchie aux interfaces filtres/ambiance. La quantité de lumière réfléchie dépend de l'indice de réfraction du matériau du filtre, par rapport à l'indice de réfraction de l'air. Mathématiquement, le pourcentage de lumière réfléchie se calcule par le rapport ci-dessous :

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}\right)^2 \qquad (4)$$

où n_1 = Indice de réfraction du matériau et du filtre.
n_2 = Indice de réfraction de l'air = 1

Il est indispensable de choisir un filtre dont l'indice de réfraction soit homogène. Comme l'indique le rapport ci-dessous, un filtre en plastique avec un indice de réfraction moyen de 1,5, pour la gamme de longueurs d'onde incluant le spectre émis par la DEL, réfléchira 4 % de la lumière incidente normale à chaque interface filtre/ambiance.

$$R = \left(\frac{1,5 - 1}{1,5 + 1}\right)^2$$

$$R = 0,04$$

Il y a deux interfaces filtres/ambiance, aussi le pourcentage de lumière de la DEL perdue du fait de la réflexion, pour un filtre ayant une transmittance interne de 0,875, sera égal à 7 %. Par conséquent, la transmittance totale à travers le filtre selon l'équation (2) est égale à 0,805 (0,875 – 0,07 = 0,805).

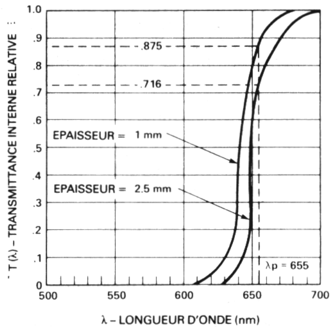


Figure 4 - Variation de la transmittance relative par rapport à l'épaisseur pour un matériau de filtre à densité constante.

Lumière émise par la DEL et perdue du fait de la réflexion = perte au 1er interface + perte au 2e interface

$$= 0,04 + (0,96)\,(0,875)\,(0,04)$$
$$= 0,04 + 0,03$$
$$= 0,07$$

Outre l'atténuation d'une partie de la lumière émise par l'afficheur, un filtre peut également varier la couleur perçue de la DEL. Pour un spectre de DEL donné, la variation de couleur dépend de la forme de la courbe de transmission du filtre et de la longueur d'onde. Le choix entre les différents filtres disponibles devra être fondé sur la combinaison entre le filtre et la DEL la plus attrayante à l'œil.

Contraste de luminance

Conceptuellement, le contraste de luminance est la comparaison de la luminosité de l'élément éclairé observé, par rapport à la luminosité de l'environnement. La luminosité de l'élément éclairé combine la lumière émise et la lumière ambiante réfléchie hors de l'élément, tandis que la luminosité de l'arrière plan n'est due qu'à la lumière ambiante réfléchie.

Contraste de luminance de l'afficheur

Sans filtre, le rapport de contraste de luminance d'un afficheur peut être considéré comme la stérance (intensité/unité de surface) de l'élément éclairé, plus la lumière ambiante réfléchie hors de l'élément, divisée par la stérance de la lumière ambiante réfléchie par l'arrière plan.

Rapport du contraste de luminance
$$CR = \frac{L_vS + L_v OFF}{L_v B} \qquad (5)$$

où L_vS = Stérance de l'élément éclairé.
L_vOFF = Stérance de la lumière réfléchie hors de l'élément.
L_vB = Stérance de la lumière réfléchie par l'arrière plan.

Mathématiquement :

$$L_vS = \int \ell(\lambda)\, Y(\lambda)\, d\lambda$$
$$L_vOFF = \int X(\lambda)\, Y(\lambda)\, R_\ell(\lambda)\, d\lambda$$
$$L_vB = \int X(\lambda)\, Y(\lambda)\, R_B(\lambda)\, d\lambda$$

où $\ell(\lambda)$ = Spectre émis par l'élément électro-luminescent éclairé (Voir tableau 1).
$Y(\lambda)$ = Courbe photopique établie par la CIE en 1931 (Voir Wyzecki et Stiles, *Color Science*).
$X(\lambda)$ = Spectre émis par la source de lumière ambiante (Voir Wyzecki et stiles, *Color Science*).
$R_\ell(\lambda)$ = Caractéristique de réflexion relative de l'élément électro-luminescent (Voir figures 24 et 35).
$R_B(\lambda)$ = Caractéristique de réflexion relative de l'arrière plan (Voir figures 24 et 35).

A la conception d'un afficheur de manière à obtenir un contraste de luminance optimal, il est nécessaire de tenir compte de deux conditions. Tout d'abord, il est souhaitable d'obtenir un rapport de contraste aussi grand que possible entre les éléments éclairés et l'arrière plan ($C_{ON} = L_vS/L_vB \gg 1$). On y parvient en choisissant un fond à faible réflectance. Ensuite, il est souhaitable de minimiser le rapport de contraste entre les éléments électroluminescents non éclairés et l'arrière plan, qui réfléchissent tous deux la lumière ambiante ($C_{OFF} = L_vOFF/L_vB = 1$). Cette seconde condition est obtenue en choisissant un arrière plan sensiblement adapté aux caractéristiques de réflexion et à la couleur des afficheurs non éclairés, ceux-ci se fondront ainsi dans le fond lorsqu'ils sont désactivés; d'autre part en fonctionnement, il ne se produira pas de confusion visuelle entre les éléments éclairés ou non. Par exemple, les afficheurs 7 segments HP prévus pour applications intérieures sont conçus de telle sorte que leur boîtier peint corresponde à la luminance réfléchie et à la couleur des segments d'époxy teintés. Un autre type d'afficheur à segments a été conçu pour application en lumière vive. Le boîtier de cet afficheur a été peint en gris, de manière à s'adapter à la luminance et à la couleur des segments non teintés.

Amélioration du contraste de luminance – Filtrage

Le filtrage a pour but de créer un contraste de luminance élevé en réduisant la stérance de l'arrière plan à un niveau

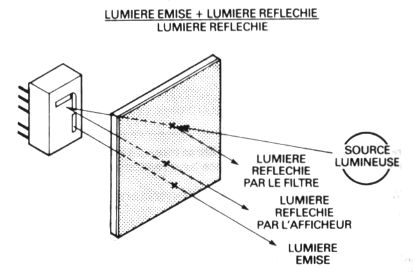


Figure 5 - Contraste de luminance pour un afficheur électro-luminescent avec filtre.

très inférieur à celle des segments éclairés. Les filtres sélectifs augmentent le contraste en laissant passer les longueurs d'onde de la lumière émise par les DEL, tout en absorbant partiellement les autres fréquences de la lumière ambiante. Les filtres à densité neutre augmentent le contraste en atténuant deux fois la lumière ambiante, au moment où elle passe dans le filtre et après sa réflexion, la lumière émise par la DEL n'étant atténuée qu'une seule fois.
Lorsqu'on place un filtre devant un afficheur, l'équation du contraste de luminance (5) est altérée par deux effets. Tout d'abord, la stérance des éléments éclairés et du fond est atténuée par le filtre. Ensuite, l'œil additionne la lumière ambiante réfléchie par la face avant du filtre, aux effets de l'afficheur éclairé et de l'arrière plan. Par conséquent, comme l'indique la figure 5, le rapport du contraste de luminance pour un afficheur électro-luminescent avec filtre peut être exprimé sous la forme suivante :

Rapport du contraste de luminance

$$CR = \frac{L_vS + L_vOFF + L_vF}{L_vB + L_vF} \quad (6)$$

où L_vS = Stérance de l'élément éclairé à travers le filtre.
L_vOFF = Stérance de la lumière réfléchie à partir de l'élément et à travers le filtre.
L_vB = Stérance de la lumière réfléchie par l'arrière plan et à travers le filtre.
L_vF = Stérance de la lumière réfléchie à partir du filtre.

Mathématiquement :

$$L_vS = \int \ell(\lambda)\, Y(\lambda)\, T(\lambda)\, d\lambda$$
$$L_vOFF = \int X(\lambda)\, Y(\lambda)\, T(\lambda)^2 R(\lambda)\, d\lambda$$
$$L_vB = \int X(\lambda)\, Y(\lambda)\, T(\lambda)^2 R_B(\lambda)\, d\lambda$$
$$L_vF = \int X(\lambda)\, Y(\lambda)\, R_F(\lambda)\, d\lambda$$

où $\ell(\lambda)$ = Spectre émis par l'élément électro-luminescent éclairé (voir tableau 1).
$Y(\lambda)$ = Courbe photopique établie en 1931 par la CIE (voir Wyzecki et Stiles, *Color Science*).
$T(\lambda)$ = Caractéristique de transmission relative du filtre (fournie par le constructeur du filtre).
$X(\lambda)$ = Spectre émis par la source de lumière ambiante (voir Wyzecki et Stiles, *Color Science*).
$R\ell(\lambda)$ = Caractéristiques de réflexion relative de l'élément électro-luminescent (voir figures 24 et 35).
$R_B(\lambda)$ = Caractéristique de réflexion relative à l'arrière plan (voir figures 24 et 35).
$R_F(\lambda)$ = Caractéristique de réflexion relative de la face avant du filtre (voir tableau 5 et figure 37).

Comme le montre l'équation du contraste de luminance, la lisibilité de l'afficheur est largement affectée par la quantité et la direction de la lumière ambiante réfléchie vers l'observateur (L_vF). Si trop de lumière ambiante réfléchie amène le rapport du contraste de luminance proche de la valeur 1 les éléments éclairés paraîtront masqués. La lumière ambiante réfléchie, L_vF, est déterminée à la fois par le matériau du filtre et par l'état de sa surface.
Pour une ambiance peu ou modérément éclairée, il peut être avantageux d'utiliser une surface à texture granuleuse, de manière à diffuser toute réflexion issue de sources lumineuses proches. Toutefois, on devra choisir avec soin la texture de la face avant, se rappeler que la lumière ambiante incidente et la lumière émise par l'afficheur seront toutes deux diffusées. Par conséquent, pour éviter que l'image de l'afficheur paraisse trop floue, le filtre devra être monté aussi près que possible de l'afficheur (d < 1/4").
Dans le cas de niveaux de lumière ambiante plus importants du fait d'une source lumineuse, la face avant ne devra présenter qu'un fini très légèrement granuleux, une texture trop marquée créerait un aveuglement dû à la diffusion, et obscurcirait la vision de l'afficheur. Comme on l'explique un peu plus loin, l'alternative, dans le cas où le niveau de lumière est plus élevé, consisterait à utiliser une surface non texturée et à incliner légèrement le filtre vers l'avant de sorte que les réflectances spéculaires soient dirigées vers le bas, hors de portée des yeux de l'observateur.

Niveaux typiques d'éclairement

Le niveau et le spectre de l'éclairage ambiant affectent le contraste de luminance de tous les afficheurs équipés de filtres. Selon le manuel d'éclairage de l'IES, les normes d'éclairage suivantes correspondent typiquement à des tâches effectuées à l'intérieur : 25-75 footcandles (candéla-pied) (une unité étant égale à 10,764 lux) pour les halls et les pièces de stockage actif, 75-200 footcandles pour les travaux de bureau et jusqu'à 1000 footcandles pour des travaux précis sur machines ou bancs de travail. [2] Dans la présente note d'applications, on appellera ambiance peu éclairée un éclairement de 25-75 foocandles, ambiance modérément éclairée un éclairement de 75-200 footcandles et ambiance vivement éclairée un éclairement de 250-1000 footcandles. On peut facilement mesurer les niveaux d'éclairement au moyen d'un photomètre-posemètre étalonné et corrigé en couleur. Parmi les photomètres de ce type, disponibles dans le commerce, on trouve le Gossen Panlux Electronic Luxmeter, le Spectra Lumicon et le Sekonic L398. Pour applications intérieures, le spectre d'éclairage ambiant peut varier du fluorescent à l'incandescent, ou même à la lumière solaire en provenance d'une fenêtre proche.

RECOMMANDATIONS RELATIVES AU FILTRAGE DE LONGUEUR D'ONDE

La figure 2 présente le spectre émis par des DEL typiques rouges standard, rouges haut rendement, jaunes et vertes; les figures 6 à 10 ainsi que le tableau 2 résument les courbes de transmission des filtres recommandés pour chacune de ces couleurs. Des filtres présentant des caractéristiques similaires sont disponibles dans le commerce : leurs constructeurs sont indiqués aux tableaux 3 et 4. Il existe trois courbes recommandées pour chaque couleur : une pour ambiance peu éclairée, une autre pour ambiance modérément éclairée et enfin une troisième courbe pour ambiance vivement éclairée. Ces 2 dernières présentent une faible transmission, afin de diminuer encore la quantité de lumière ambiante réfléchie à partir de l'arrière plan de l'afficheur.

Filtrage pour afficheurs rouges standard ($\lambda p = 655$ nm)

Dans une ambiance peu ou modérément éclairée, on parvient aisément à filtrer la lumière réfléchie à partir d'afficheurs rouges, grâce à un filtre passe bande à grande longueur d'onde, dont la longueur d'onde critique (point de coupure brusque) se situe entre 600 et 630 nm (voir figure 6). Ce filtre absorbe les longueurs d'onde plus courtes du jaune, du vert et du bleu, tout en laissant passer les longueurs d'onde du rouge et les longueurs d'onde supérieures auxquelles l'œil n'est pas très sensible. Dans une ambiance de lumière plus vive, au-delà de 200 unités d'éclairement, on recommande d'utiliser un filtre gris avec une transmission de 18 à 25 % (voir figure 10). Comme on le verra plus loin, au paragraphe filtrage en lumière solaire vive, le filtre gris augmente la lisibilité dans une ambiance de lumière plus vive, en améliorant le contraste de couleur entre les éléments éclairés et l'arrière plan.

Filtrage d'afficheurs rouges haut rendement ($\lambda p = 635$ nm)

Dans une ambiance peu ou modérément éclairée, l'utilisation d'un filtre de grande longueur d'onde avec une lon-

gueur d'onde critique (point de coupure brusque) entre 570 et 600 nm permet d'obtenir sensiblement les mêmes résultats que ceux obtenus pour des afficheurs rouges (voir figure 7). La couleur obtenue est un rouge orangé profond. Si l'on doit assembler côte à côte plusieurs afficheurs, il sera nécessaire de choisir avec soin le filtre rouge en particulier. De nombreux filtres rouges présentent une longueur d'onde critique entre 610 et 640 nm, qui tombent dans la même région que les longueurs d'onde crête des DEL rouges haut rendement.
Comme on l'a vu précédemment cette longueur d'onde critique peut entraîner une DEL dont la longueur d'onde crête est égale à 640 nm, à laisser passer beaucoup plus de lumière émise par la DEL à travers le filtre, par rapport à une DEL dont la longueur d'onde crête est égale à 630 nm. Si la coupure est trop brusque, l'œil risque de percevoir des désaccords d'intensité entre ces éléments électroluminescents. Deux moyens pour minimiser ces variations d'intensité : on peut tout d'abord utiliser un filtre rouge présentant une transmission de 35 à 50 %, et une courbe de transmission relativement stable pour une

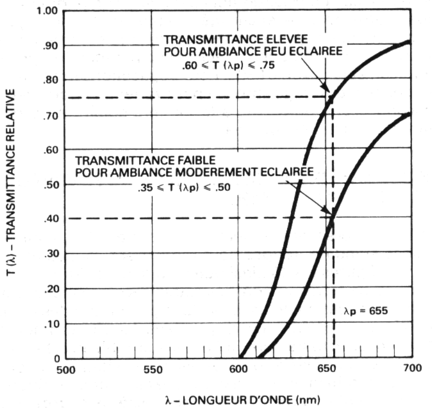


Figure 6 - Courbes de transmittance typiques pour les filtres recommandés avec les afficheurs rouges standard.

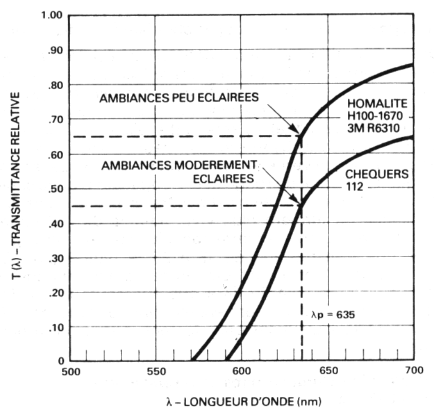


Figure 7 - Courbes de transmittance typiques pour les filtres recommandés avec les affiches rouges haut rendement.

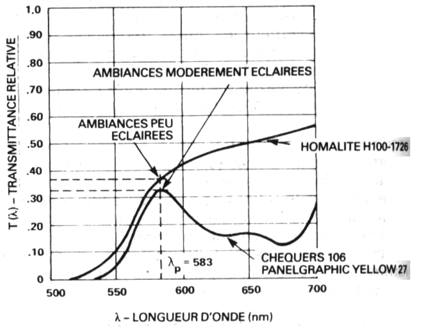


Figure 8 - Courbes de transmittance typiques pour les filtres avec les afficheurs jaunes.

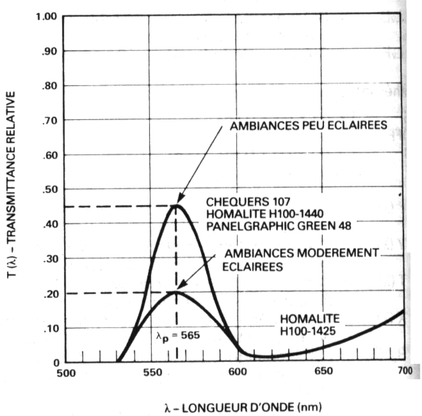


Figure 9 - Courbes de transmittance typiques pour les filtres recommandés avec les afficheurs verts.

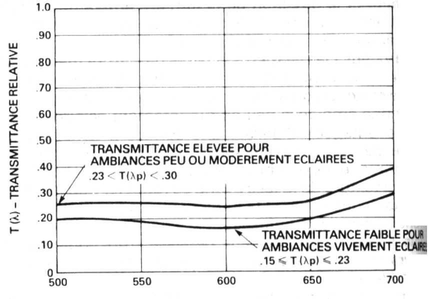


Figure 10 - Courbes de transmittance typique pour les filtres recommandés avec tous les afficheurs colorés.

longueur d'onde de 620 à 640 nm (voir figure 7). On peut aussi utiliser un filtre gris présentant une transmission constante de 18 à 25 % sur l'ensemble du spectre visible (voir figure 10). Il est également recommandé d'utiliser des filtres gris avec une transmission de 18 à 25 % pour les ambiances vivement éclairées au-delà de 200 foot-candles.

Tableau 2. Filtres recommandés pour différentes couleurs d'afficheurs et différents niveaux d'éclairement

Couleur	Eclairement ambiant	Type de filtre recommandé	Observations
Rouge standard (λp typique = 655 nm).	Mode faible (25 – 75 fc).	Rouge à grande longueur d'onde avec coupure dans la région de 600 à 630 nm.	Les filtres rouges feront faire des économies de puissance, car ils entraînent la transmission d'une quantité maximale de lumière émise par la DEL à travers le filtre.
	Modéré (75 – 200 fc).	Rouge à grande longueur d'onde (T 45 %). Bronze ou gris à densité neutre (T 20 à 25 %).	
	Vif (200 – 1000 fc).	Bronze ou gris à densité neutre (T 18 – 23 %).	Les filtres gris ou bronze améliorent le contraste des couleurs.
Rouge haut rendement (λ p typique = 635 nm)	Faible	Rouge à grande longueur d'onde (T 65 %) avec coupure dans la région de 570 à 600 nm.	Les filtres rouges feront faire des économies de puissance, car ils entraînent la transmission d'une quantité maximale de lumière émise par la DEL à travers le filtre.
	Modéré	Rouge à grande longueur d'onde (T 40 %). Bronze ou gris à densité neutre (T 20 à 25 %).	Les filtres rouges présentant un point de coupure abrupt dans la gamme de 610 à 640 nm peuvent entraîner des désaccords d'intensité.
	Vif	Bronze ou gris à densité neutre (T 18 à 23 %).	Les filtres gris ou bronze améliorent le contraste des couleurs.
Jaune (λ p typique = 583 nm)	Faible	Jaune passe-bande (T 30 %). Orange à grande longueur d'onde (T 40 %).	Le filtre le plus efficace est un filtre orange ; toutefois, on peut utiliser un filtre passe-bande jaune.
	Modéré	Orange à grande longueur d'onde (T 40 %).	
	Vif	Bronze ou gris à densité neutre (T 18 à 23 %). Gris à densité neutre (T 30 %)/orange clair (T 80 %) combinés.	Les filtres gris, bronze ou gris/orange combinés améliorent le contraste des couleurs.
Vert (λp typique = 569 nm)	Faible	Vert passe-bande (T 45 %).	
	Modéré	Bronze ou gris à densité neutre (T 20 à 25 %).	On recommande le gris pour les ambiances modérément ou vivement éclairées, car l'œil est très sensible à la lumière réfléchie par l'arrière plan dans la région des verts.
	Vif	Bronze ou gris à densité neutre (T 18 à 23 %).	Le filtres gris ou bronze améliorent le contraste des couleurs.

Filtrage d'afficheurs jaunes (λp = 583 nm)

Dans une ambiance faiblement éclairée, on recommande d'utiliser des filtres oranges ou des filtres jaunes passe-bande pour filtrer les afficheurs jaunes (voir figure 8). Il est plus difficile d'obtenir un contraste marqué lorsqu'on filtre des afficheurs jaunes, car le jaune se trouve dans la région de la Courbe Standard de l'Observateur à laquelle l'œil est le plus sensible. Dans ce cas, le filtre laissera passer à la fois la lumière émise par la DEL jaune et la lumière ambiante jaune réfléchie par l'arrière plan de l'afficheur. Pour obtenir un contraste marqué entre la lumière émise par la DEL et la lumière réfléchie par le fond, le filtre devra absorber une quantité de lumière ambiante plus importante qu'un filtre rouge.

Les filtres les plus efficaces sont les filtres jaune foncé ou oranges (ambre), bien qu'on puisse utiliser un filtre passe-bande jaune dont la transmittance sera plus faible. La figure 11 représente l'effet d'un filtre passe-bande jaune de ce type sur un afficheur à DEL jaûne, pour une longueur d'onde crête de 583 nm. Bien qu'il ne passe que 27 % de la lumière émise par l'afficheur à travers le filtre, le contraste est amélioré. Pour une ambiance modérément éclairée, il est recommandé d'utiliser un filtre orange ou un filtre gris avec une transmission de 20 à 25 %. Enfin, comme dans le cas des afficheurs rouges, dans une ambiance de lumière plus vive, au-delà de 200 fc, on devra utiliser un filtre gris avec une transmission de 18 à 23 %.

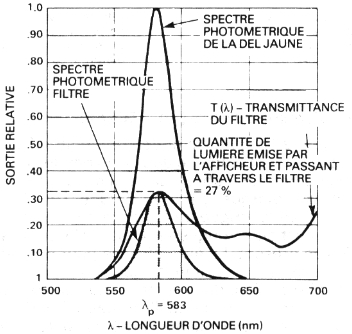


Figure 11 - Effet d'un filtre de longueur d'onde sur un afficheur à DEL jaune.

APPLICATIONS

Tableau 3 : Fabricants de filtres en plastique et en verre

FABRICANTS DE FILTRES EN PLASTIQUE

Fabricant	Produit
3M-Company Industrial Optics Carbonless/related Prod. Div. 225-35 Paul MN 55144 Tél. : (612) 733-4403 3M-France Boulevard de L'Oise 95000 Cergy-Pontoise Tél. : 031.63.49	Panel film (marque déposée) et Louvered Light Control film (marque déposée) ; filtres à densité neutre et sélectifs, avec faces anti-réflexion et anti-abrasion disponibles.
SGL HOMALITE 11, Brookside Drive Wilmington, DE 19804 Tél. : (302) 652-3686 SGL International 76 Euclid Avenue Haddonfield, NJ 08033 Tél. : (609) 429-7400	Filtres sélectifs en polyester à densité neutre ; deux faces anti-réflexion en option, et trois qualités différentes de polyester disponibles.
Rohm and Haas Independence Mall West Philadelphia, PA 19105 Tél. : (215) 592-3000	Plexiglas (marque déposée) ; poudre de moulage et feuille ; filtres sélectifs à densité neutre.
Chequers Engraving, Ltd. 1-4 Christina Street, London EC2A 4PA Tél. : 01-779-6964/5	Spectrafilter (marque déposée) ; Filtres sélectifs à densité neutre avec face anti-réflexion "glarecheq" en option.
Panelgraphic Corporation 10 Henderson Drive West Caldwell NJ 07006 Tél. : (201) 227-1500 Thorne/Panelgraphic Great Cambridge Road Enfield, Middlesex England Tél. : 01-366-1291	Chromafilter (marque déposée) ; filtres à densité neutre et sélectifs, avec faces anti-réflexion et anti-abrasion disponibles.
Polaroid Corporation Polarizer Division One Upland road Norwood, MA 02062 Tél. : (617) 769-6800	Filtres polarisants circulaires avec face anti-éblouissante en option.
Duralith Corporation 525 Orange Street Milville, New Jersey 08332. Tél. : (609) 825-6900	Afficheurs laminés acrylique, polyester ou polycarbonate et tableaux de commutation à membranes.

FABRICANTS DE FILTRES EN VERRE

Fabricant	Produit
Schott Optical Glass Inc. Duryea, PA 18642 Tél. : (717) 457-7485 Schott Glass Vlaswerke Hattenbergstrasse No. 10 6500 Mainz W. Germany Tél. : 49-61-31-661	Filtres sélectifs en verre à densité neutre.
Hoya Optics U.S.A. Inc. 3400 Edison Way Fremont, CA 94538 Tél. : (415) 490-1880	Filtres sélectifs en verre à densité neutre.
OCLI Optical Coating Laboratories Inc 2789 Northpoint Parkway Santa Rosa, CA 95401-7397 Tél. : (707) 545-6440 OCLI Europe 621 London Road High Wycombe, Buckinghamshire England HP11 1ET Tél. : (0494) 36286	Couches haut rendement anti-réflexion (HEA marque déposée) pour filtres en verre.
Polaroid Corporation Polarizer Division One Uplan Road Norwood, MA 02062 Tél. : (617) 769-6800 Polarizers (U.K.) Ltd. Lincoln Road Cressex Estates High Wycombe, Buckinghamshire England Tél. : High Wycombe 01-205-025	Verre à couche optique avec polariseur circulaire.
Liberty Mirror Division of Libbey-Owens-Ford Company 851 Third Avenue Backenridge PA 15014 Tél. : (412) 224-1800	Verre à couche optique avec polariseur circulaire.
Precision Glass Laminations 324 Yolanda Santa Rosa CA 95404 Tél. : (707) 528-9070	Verre à couche optique avec polariseur circulaire.
Marks Polarized Corporation 153-16 10th Avenue Whitestone, NY 11357 Tél. : (212) 767-9600	Verre à couche optique avec polariseur circulaire.

Filtrage d'afficheurs verts (λ p = 565 nm)

Du fait que la longueur d'onde crête d'un afficheur vert n'est typiquement éloignée que de 10 nm de la crête de la courbe standard de l'observateur, il est difficile d'obtenir un contraste marqué grâce au filtrage. Un filtre passe-bande de grande longueur d'onde, du type de celui utilisé pour les afficheurs rouges et jaunes, n'aura plus d'effet dans le cas présent. Le filtre efficace pour une ambiance faiblement éclairée est un filtre jaune-vert, passe-bande, dont la crête se situe dans la région du spectre de la DEL. De la même manière que les filtres passe-bande jaunes, il réduit la lumière réfléchie par l'arrière plan (voir figure 9), grâce à sa transmission, qui est beaucoup plus faible que celle d'un filtre rouge. La figure 12 représente l'effet d'un filtre passe-bande vert sur une DEL verte, pour une longueur d'onde crête de 565 nm. Bien qu'il ne passe que 33 % de la lumière émise par la DEL à travers le filtre, le contraste est amélioré. Du fait de la sensibilité accrue de l'œil à la lumière réfléchie par le fond, il est recommandé d'utiliser un filtre gris avec une transmission de 20 à 25 % pour les ambiances modérément éclairées et un filtre gris avec une transmission plus faible, de 18 à 20 % pour les ambiances éclairées plus vivement.

Filtrage d'afficheurs de toutes les couleurs

Si l'on place des afficheurs de différentes couleurs derrière un même filtre, le filtre le mieux adapté sera un filtre gris à densité neutre qui présente une transmission quasi-constante sur l'ensemble du spectre visible. Il améliore le contraste en atténuant deux fois la lumière ambiante, lorsqu'elle entre dans le filtre et après sa réflexion, alors que la lumière émise par la DEL n'est atténuée qu'une seule fois. Pour maximiser le contraste entre les éléments non éclairés et l'arrière plan, il est recommandé d'utiliser

Tableau 4 - Produits recommandés et applications des filtres en plastique et en verre.

Produits	% de transmission à la longueur d'onde crête de la DEL	Couleur de l'afficheur l'afficheur à DEL	Eclairage ambiant	Texture maximale de la face avant s'il y a lieu
FILTRES EN PLASTIQUE				
SGL Homalite Grade 100				
H100-1650	75 %	rouge standard	faible modéré	LR-72 LR-92
H100-1670	71 %	rouge haut rendement	faible modéré	LR-72 LR-92
H100-1720 H100-1726	46 % 34 %	jaune	faible à modéré	LR-72
H100-1440 H100-1425	40 % 25 %	vert	faible	LR-72 LR-92
H100-1266 (gris) H100-1250 (gris) H100-1230 (bronze)	25 % 26 % 25 %	tous	vif ou lumière solaire	aucune
Rohm et Haas - Plexiglas (marque déposée)				
2423	65 %	rouge standard	modéré	
2074 (gris) 2370 (bronze) 2538 (gris)	20 % 15 % 16 %	tous	vif ou lumière solaire	
Chequers Engraving Ltd. - Spectrafilter (marque déposée)				
118 112	85 % 45 %	rouge standard	faible modéré	anti-éblouissant
110 112	80 % 20 %	rouge haut rendement	faible modéré	anti-éblouissant
106	32 %	jaune	modéré	anti-éblouissant
107	48 %	vert	faible	anti-éblouissant
105 (gris)	23 %	tous	vif ou lumière solaire	aucune
3M-Company - Panel Film ou Light Control Film (marques déposées)				
R6510 P7710 (pourpre)	70 % 85 %	rouge standard	faible à modéré	ABM6
R6310	67 %	rouge haut rendement	faible à modéré	ABM6
A5910	45 %	jaune	modéré	ABM6
ND0220 (gris)	27 %	tous	vif ou lumière solaire	
Panelgraphic Corporation Chromafilter (marque déposée)				
Rouge rubis 60	70 %	rouge standard	faible	anti-réflexion
Rouge foncé 63	50 %		modéré	aucune
Rouge écarlate 65	60 %	rouge haut rendement	faible	anti-réflexion
Jaune 27 Orange 23	30 % 27 %	jaune	faible modéré	anti-réflexion aucune
Vert 48	48 %	vert	faible	anti-réflexion
Gris 15 Gris 10	17 % 23 %	tous	vif ou lumière solaire	aucune
Duralith Corporation				
Rouge Gris	% de transmission sur demande	rouge standard rouge haut rendement tous		

Tableau 4 (suite)

Produits	% de transmission à la longueur d'onde crête de la DEL	Couleur de l'afficheur l'afficheur à DEL	Eclairage ambiant	Texture maximale de la face avant s'il y a lieu
Polaroid Corporation – Filtres polarisants				
HRCP rouge	30 %	rouge stan.	modéré	anti-éblouissant
HACP orange HACP 15 (orange/gris)	37 % 13 %	jaune	modéré vif ou lumière solaire	anti-éblouissant aucune
HNCP 37 (gris)	37 %	tous	modéré	anti-éblouissant
HNCP 10 (gris)	10 %	tous	lumière solaire	verre à couche optique
GLASS FILTER PRODUCTS				
Schott optical Glass Inc.				
RG-645 RG-630	80 % 97 %	rouge stand.	modéré faible	
RG-610	95 %	rouge haut. rendement	faible	
Hoya Optics Inc.				
R-62	90 %	rouge stan.	modéré	
RG-60	85 %	rouge haut rendement	modéré	
Polaroid Corporation – Filtres polarisants				
HNCP 10 (gris)	10 %	tous	lumière solaire	verre à couche optique
Liberty Mirror, Precision Glass Laminations, Marks Polarized				
Filtres polarisants Fabriqués à la demande				verre à couche optique
OCLI Laboratories HEA (marque déposée) Couches pour filtres de verre				

des filtres avec une transmission de 18 à 25 % (voir figure 10). Pour minimiser le contraste entre les éléments non éclairés et le fond, on devra utiliser un afficheur à corps gris, encore que l'on puisse également utiliser des afficheurs à corps coloré derrière un filtre gris. De plus, comme on l'a vu pour le filtrage d'afficheurs rouges haut rendement, les filtres gris à densité neutre, dont la transmission est quasi-constante, offrent l'avantage de minimiser les variations d'intensT

En outre, il est recommandé d'utiliser des filtres gris à densité neutre avec une transmission de 18 à 25 % pour les ambiances intérieures vivement éclairées, au-delà de 200 f.c., et pour la lumière solaire. Comme on le verra plus loin, dans la deuxième partie, le filtre gris augmente la lisibilité dans une ambiance de lumière vive, en améliorant le contraste des couleurs entre les éléments éclairés et l'arrière plan. La transmission précise dépend de la réflectance de la face avant du filtre et du niveau d'éclairage ambiant. Dans une ambiance modérément ou vivement éclairée, il est recommandé d'utiliser un filtre avec une réflectance diffuse relativement faible et une transmission de 20 à 25 %. Pour une ambiance plus fortement éclairée, au-delà de 1000 f.c., on recommande d'utiliser un filtre avec une réflectance diffuse plus faible et une transmission de 15 à 20 %.

Filtres sélectifs spéciaux et combinaisons de filtres

Pour obtenir le contraste et l'aspect de la face avant désirés, le concepteur n'est pas limité à un seul filtre sélectif ou à densité neutre. On a mis au point un certain nombre de filtres sélectifs ou des combinaisons de filtres qui ont donné des résultats remarquables. L'un de ceux-ci est le filtre pourpre utilisable avec les afficheurs à DEL rouges; et une autre possibilité consiste à utiliser un filtre à densité neutre combiné avec un filtre orange clair, pour obtenir une face avant sombre pour les afficheurs à DEL jaunes.

Le filtre de contraste pourpre pour les afficheurs à DEL rouges : les filtres présentés plus haut permettent d'obtenir un niveau de contraste élevé entre les éléments éclairés de l'afficheur et le fond environnant. Une autre approche permet d'obtenir le même taux de contraste, mais avec une couleur de fond tout à fait différente de la couleur des DEL éclairées. On obtient ce contraste de couleur en utilisant un filtre pourpre (ou violet) foncé, avec les afficheurs à DEL rouges standard comme l'indique la figure 13. On appelle pourpre (ou violet) un mélange de lumière bleue et rouge perçue par l'œil distinctement du rouge. Psychologiquement, un filtre de contraste pourpre paraîtra à beaucoup plus attrayant qu'un filtre rouge. La raison peut en être que lorsqu'il est éclairé, l'afficheur rouge standard ressort nettement par rapport au fond pourpre. Du fait que le contraste est amélioré par la différence de couleur, le filtre de contraste pourpre s'avère extrêmement efficace dans des ambiances fortement éclairées.

Combinaisons de filtres : On utilise souvent un filtre gris à densité neutre combiné avec d'autres filtres, pour obtenir un aspect neutre de la face avant, ainsi qu'un contraste accru dans une ambiance fortement éclairée. La figure 14 en donne un exemple typique. Le filtre obtenu est le produit de la transmittance relative de l'orange clair, TLA (λ) et de la transmittance relative du gris à densité neutre, TNG (λ).

$$\text{Transmission du filtre } (\lambda) = [\text{TLA } (\lambda) \text{ TNG } \lambda)]$$

La quantité de lumière atteignant l'œil d'un observateur est égale à 24 % du spectre de la DEL sans filtrage.

$$\text{Fraction de la lumière disponible avec une combinaison de filtres} = \frac{\int \ell(\lambda)\, Y(\lambda)\, [TLA(\lambda)\, TNG(\lambda)]\, d\lambda}{\int \ell(\lambda)\, Y(\lambda)\, d\lambda}$$

où $\ell(\lambda)$ = spectre émis par l'élément électro-luminescent éclairé (voir tableau 1).
$Y(\lambda)$ = Courbe standard de l'observateur établie en 1931 par la CIE (voir Wyzecki et Stiles, *Color Science*).
$TLA(\lambda)$ = Caractéristique de transmission relative du filtre (fournie par le constructeur du filtre).
$TNG(\lambda)$ = Caractéristique de transmission relative du filtre (Pour les filtres gris de densité neutre, la transmission peut être considérée comme constante pour l'ensemble du spectre visible).

L'avantage est une face avant grisé foncé, avec une stérance lumineuse très faible (transmittance 0 en-deçà de 525 nm) qui garde le même aspect dans une ambiance vivement éclairée. L'inconvénient est la réduction considérable de la stérance lumineuse de l'afficheur. Toutefois, celle-ci est quelque peu compensée par la différence distincte de couleur entre les segments jaunes éclairés de l'afficheur et le fond gris sombre.
Un autre exemple consiste à utiliser un filtre pourpre ou rouge à grande longueur d'onde derrière un filtre gris à densité neutre. La transmittance recommandée pour ces deux combinaisons de filtres vous est présentée dans la deuxième partie de ce document.

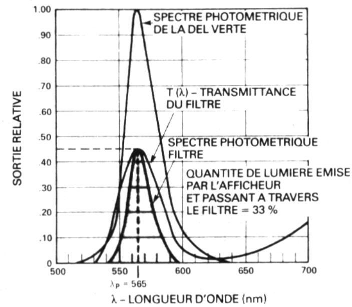


Figure 12 - Effet d'un filtre sélectif passe-bande sur un afficheur à DEL verte.

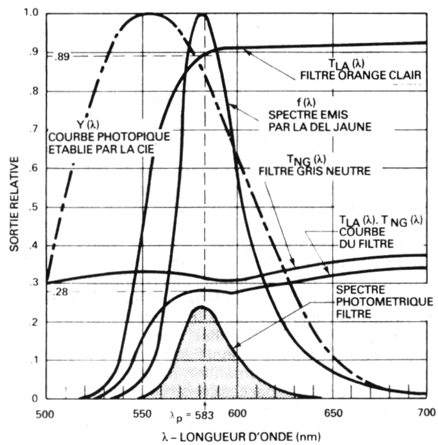


Figure 14 - Filtre gris de densité neutre combiné avec un filtre orange clair pour être utilisé avec des afficheurs jaunes.

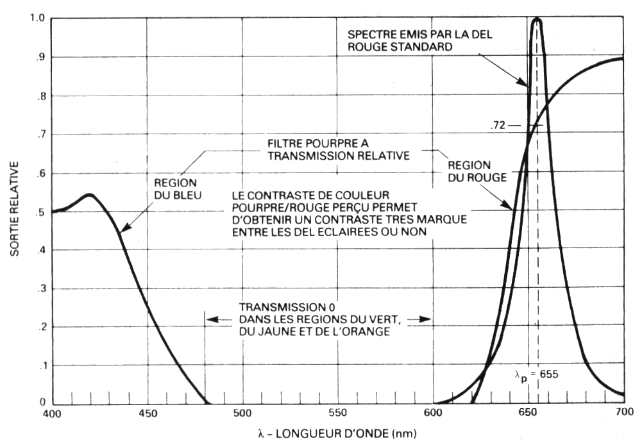


Figure 13 - Filtre de longueur d'onde de couleur pourpre pour afficheurs à DEL rouge standard.

L'inconvénient de l'utilisation de deux filtres combinés est la perte accrue de lumière émise par la DEL, du fait du nombre d'interfaces filtre/ambiance (4 au lieu de 2). Comme le montre le paragraphe "Transmittance du filtre", un seul filtre plastique avec un indice de réfraction homogène égal à 1,5 perdra 4 % de la lumière émise par la DEL à chaque interface. Pour éviter toute perte supplémentaire, on devra laminer ensemble les deux filtres au moyen d'une époxy qui corresponde sensiblement à l'indice de réfraction des matériaux constituant les filtres.

MATERIAUX ET REFLECTANCE DES FILTRES

Filtres en plastique

Peu coûteux, faciles à usiner aux dimensions requises et résistant à la casse, les filtres optiques en plastique sont utilisés dans la majorité des applications d'affichage. La plupart des fabricants de filtres en plastique fournissent des courbes de transmission relative similaires à celles présentées aux figures 6 à 10. En cas de sélection, il faut tenir compte de la forme de la courbe de transmittance, de l'atténuation à la longueur d'onde crête, du point de coupure de longueur d'onde (longueur d'onde critique) et de la réflectance de la face avant, pour obtenir un contraste optimal. Comme on l'a vu auparavant, dans des ambiances faiblement ou modérément éclairées, on peut utiliser un filtre en plastique texturé. Toutefois, dans une ambiance fortement éclairée, le meilleur choix sera un filtre non texturé avec une faible réflectance diffuse.
Les quatre constructeurs de filtres sélectifs en plastique sont Rohm et Haas Company (Plexiglas, marque déposée), Chequers Ltd (Spectrafilter, marque déposée), SGL Homalite, 3M-Company (Panel Film, marque déposée) et Panelgraphic Corp. (Chromafilter, marque déposée). Les filtres de DEL produits par ces constructeurs peuvent s'utiliser avec tous les afficheurs à DEL et lampes. Vous trouverez au tableau 3 la liste de certains des constructeurs de filtres, et les adresses auxquelles vous pourrez vous procurer un complément d'information. Le tableau 4 présente quant à lui la liste des filtres spécifiques de densité neutre et de longueur d'onde, ainsi que les applications recommandées.

Filtres en verre optique

Les filtres en verre optique sont typiquement conçus avec une densité constante, aussi est-ce l'épaisseur du verre qui détermine la transmission, à l'inverse des filtres en plastique, généralement conçus de telle sorte que toutes épaisseurs de matériau présentent la même transmission.
L'avantage essentiel d'un filtre de contraste en verre optique, par rapport à un filtre en plastique, est la supériorité de ses performances. Ceci s'avère particulièrement vrai pour les filtres à DEL rouges. La figure 15 illustre un filtre en verre optique rouge, utilisable avec un afficheur à DEL rouge haut rendement. La transmittance relative est généralement supérieure à celle d'un filtre comparable en plastique, et la pente de la courbe de transmittance relative est généralement beaucoup plus inclinée, et suit de plus près la courbe du spectre émis par la DEL.
La face avant d'un filtre en verre sans revêtement présente typiquement une réflectance spéculaire de 4 % et une réflectance diffuse négligeable. Si le filtre doit être utilisé dans une ambiance vivement éclairée, on peut appliquer un revêtement anti-réflexion à haut rendement sur la face avant. Selon les explications de l'exemple intitulé "Afficheurs DEL à matrice de points et filtres", ces revêtements réduisent la réflectance spéculaire de la face avant à 0,25 % sur l'ensemble du spectre visible.
Les principaux fabricants de filtres en verre optique sont Schott Optical Glass, Inc. situé à Duryea, (Pennsylvanie) et à Munich en Allemagne et Hoya Optics situé à Fremont (Californie).

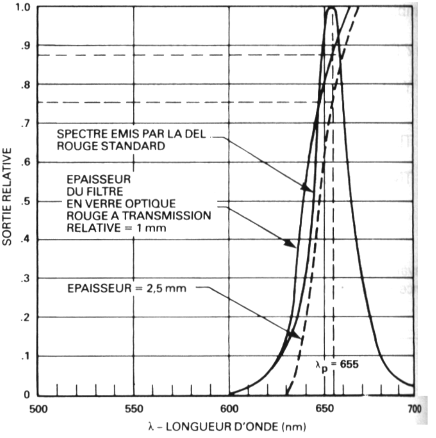


Figure 15 - Filtre en verre optique rouge utilisable avec un afficheur à DEL rouge haut rendement.

Le principal producteur de verre à revêtement antiréflexion à haut rendement est OCLI, Optical Coating Laboratories Inc., situé à Santa Rosa, Californie. Vous trouverez au tableau 3 la liste de certains constructeurs de filtres, et les adresses où vous procurer un complément d'informations. Le tableau 4 établit quant à lui la liste des filtres sélectifs à densité neutre spécifiques, ainsi que les applications recommandées.

EFFICACITE D'UN FILTRE SELECTIF EN LUMIERE ARTIFICIELLE

Le contraste dépend largement de la lumière ambiante. La figure 16 reproduit la distribution spectrale pour un éclairage fluorescent, un éclairage incandescent et une lumière solaire. [3] L'éclairage fluorescent ne contient pratiquement pas de rouge, mais il est constitué en revanche d'une quantité considérable de jaune et de vert, de grande longueur d'onde. Cette répartition est exactement inverse pour l'éclairage incandescent. Du fait de ces différences au niveau du contenu en couleur, il importe de définir tous les spectres d'éclairage sous lesquels on observera l'afficheur. Si l'on choisit un filtre en fonction d'un éclairage intérieur incandescent, il se peut que l'afficheur ne puisse être lu lorsqu'on l'utilisera en lumière solaire. Ainsi, les montres et calculatrices utilisant un filtre rouge à bande passante élevée, avec afficheur électro-luminescent rouge constituent-elles un bon exemple, fréquemment rencontré.

Si la plus grande partie de la distribution spectrale de l'éclairage artificiel se trouve hors du spectre émis par la DEL, on peut très facilement réduire la lumière ambiante réfléchie à un niveau très bas, sans sacrifier une trop grande partie de la lumière émise par la DEL. La figure 16 montre également la relation entre les longueurs d'onde crête d'une DEL rouge, jaune, verte et l'éclairage artificiel. Une DEL rouge pourra être filtrée efficacement dans une ambiance fluorescente, du fait de l'absence de longueur d'onde rouge dans ce spectre. Au contraire, dans un éclairage incandescent, il sera très difficile de réduire la lumière ambiante réfléchie à partir d'un boîtier d'afficheur à

DEL rouge. Un afficheur à DEL verte pourra être filtré efficacement dans un éclairage incandescent, du fait de l'absence de longueur d'onde verte dans ce spectre. Au contraire, dans un éclairage fluorescent, il sera difficile de réduire la lumière ambiante réfléchie à partir du boîtier de l'afficheur sans diminuer de manière significative la lumière émise par la DEL.

DEUXIEME PARTIE : FILTRAGE EN LUMIERE SOLAIRE VIVE

Ces dernières années, on a eu recours aux afficheurs à diodes électro-luminescentes (DEL) pour un nombre croissant d'applications avioniques, industrielles, automobiles et autres, pour lesquelles le niveau de lumière ambiante peut être très élevé. L'emploi des récentes techniques de boîtiers, l'utilisation des puces les plus brillantes et de filtres améliorant les contrastes ont permis aux afficheurs à DEL de fonctionner correctement dans des ambiances pouvant atteindre 107000 lm/m^2 (soit 10000 fc). Pour l'emploi en ambiances très brillantes, la lisibilité d'un afficheur à DEL sera affectée par les paramètres suivants :

a) contraste de luminance
b) contraste de chrominance (couleur)
c) réflexion de la face avant.

Historiquement, pour déterminer la lisibilité en lumière solaire, la plupart des ingénieurs ne prenaient en compte que le contraste de luminance, c'est-à-dire le rapport de stérance entre l'élément éclairant et l'arrière plan. Malheureusement, cette approche néglige le contraste de chrominance de l'afficheur, c'est-à-dire la différence de couleur entre l'élément éclairant et l'arrière plan. On doit tenir compte de la couleur, car l'œil est sensible aux différences de couleurs, ainsi qu'aux différences de luminance. Enfin, on peut combiner le contraste de luminance et de chrominance en une mesure quantitative de la lisibilité en lumière solaire, appelée l'indice de discrimination. Cet indice a été proposé pour la première fois en 1975, par Jean-Pierre Galves et Jean Brun [4] au 29e séminaire technique (Agard Avionics Technical Meeting), qui s'est tenu à Paris ; il a ensuite été adapté aux afficheurs à DEL en 1977, par Dave Evans [5]. Les indices de discrimination déterminés dans des conditions ambiantes similaires permettent de classer les afficheurs à DEL par ordre de lisibilité.

Brièvement cité dans la théorie de l'index de discrimination, l'effet de la lumière ambiante réfléchie est défini plus en détail dans cette note d'applications. On y étudie en particulier la manière dont la lumière réfléchie de la face avant d'un filtre affecte le calcul du contraste de luminance, et la manière dont la couleur de la lumière émise, mêlée à la lumière ambiante réfléchie affecte le contraste de chrominance. Pour quantifier ces effets, il est nécessaire de définir la lumière solaire ambiante, les caractéristiques de réflectance de l'afficheur et de la surface du filtre, ainsi que le point de vue de l'observateur.

La lumière solaire se définit selon son spectre, son intensité et sa distribution lumineuse. Comme le montre la figure 16, son spectre représente pratiquement une courbe plane sur l'ensemble visible de celui-ci. Dans le cas le plus défavorable, l'intensité de la lumière solaire peut être comprise entre 5000 footcandles tombant sur le pare-brise d'une automobile, et 7000 fc pour un avion civil, le maximum étant 10000 fc pour un avion militaire. Deux conditions de luminosité du ciel les plus défavorables sont : le soleil comme projecteur de lumière concentrée et une lumière solaire diffuse. La première condition correspond à un ciel clair et bleu où l'éblouissante image du soleil est

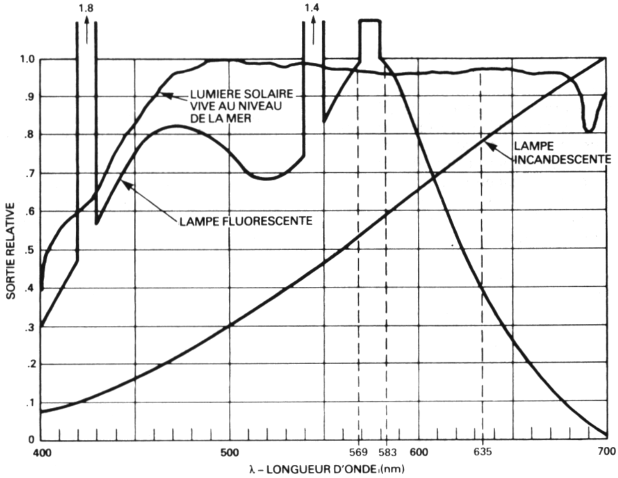


Figure 16 - Distribution spectrale dans le cas de lumière solaire, d'un éclairage fluorescent et d'un éclairage incandescent.

APPLICATIONS

renvoyée dans la vision de l'observateur. Du fait que la stérance de l'image du soleil réfléchie par un filtre optique est nettement supérieure à la stérance des éléments éclairés, une partie des éléments éclairés paraîtra cachée. Toutefois, ces conditions correspondant au cas le plus défavorable, ne se rencontrent que rarement. Avec des techniques de montage standard, on peut éliminer l'image réfléchie du soleil par rapport à la face avant du filtre.

D'autre part, une condition de vision défavorable plus couramment rencontrée est une lumière solaire ambiante diffuse, incidente sur un afficheur filtré. Cette condition correspond à un ciel clair et bleu sans l'image réfléchie du soleil. Dans les paragraphes ci-dessous, on considérera la distribution lumineuse du ciel comme une ambiance de lumière solaire diffuse.
Pour comprendre le filtrage dans une ambiance de lumière solaire vive, selon la théorie de l'indice de discrimination, plusieurs sujets seront étudiés. Tout d'abord, on essayera de déterminer l'efficacité des filtres sélectifs dans une ambiance solaire diffuse. Ensuite, on s'intéressera à la réflectance d'un afficheur à DEL et de la face avant du filtre. On définira ensuite la luminance, la chrominance et l'indice de discrimination dans le cas particulier d'une lumière ambiante réfléchie, avant de présenter les techniques de filtrage spécifiques dans l'exemple d'un afficheur sept segments, et celui d'un afficheur alphanumérique dans une ambiance de 107000 lm/m². Enfin, pour guider les ingénieurs-concepteurs, on terminera par des recommandations spécifiques relatives au filtrage d'afficheurs rouges, jaunes et verts, ainsi que la liste des fabricants de filtres plastiques et verre.

EFFICACITE D'UN FILTRE SELECTIF EN LUMIERE SOLAIRE

Il n'est pas recommandé d'utiliser des filtres sélectifs en lumière solaire, du fait de l'effet indésirable que ceux-ci produisent sur le contraste de chrominance et de luminance. Certains, sélectifs à transmission élevée, entraîneront un contraste de luminance insuffisant. Ceci se produit lorsque la combinaison de la stérance réfléchie par l'arrière plan de l'afficheur, tel qu'on le voit de la face avant du filtre, est nettement supérieure à la stérance des éléments électro-luminescents.
De plus, les filtres sélectifs ne créent qu'un contraste de couleur réduit entre les éléments électro-luminescents et le fond, du fait que la couleur est déterminée par la longueur d'onde de la lumière émise ou réfléchie. Les filtres sélectifs laissent passer une quantité importante de lumière réfléchie par l'arrière plan, dont la longueur d'onde est la même que la lumière émise par la DEL. Par conséquent, les éléments électro-luminescents et le fond d'un afficheur rouge avec filtre rouge en lumière solaire paraîtront tous deux rouges. La lisibilité sera médiocre, du fait de l'insuffisance de contraste de couleur.
Bien qu'il ne soit pas recommandé d'utiliser des filtres sélectifs en lumière solaire, on peut utiliser d'autres types de filtres. En fait, les afficheurs à DEL sont tout à fait lisibles en lumière solaire diffuse, si la conception du boîtier et les techniques de filtrage optimisent à la fois le contraste de luminance et de chrominance. Avant de définir ces derniers, considérons l'effet de la réflectance de la face avant.

THEORIE DE L'INDICE DE DISCRIMINATION

Réflectance de la face avant

On peut appliquer la théorie de l'indice de discrimination à tous les afficheurs quelle que soit leur technologie. Toutefois, il importe de tenir compte de la réflectance de la face avant du boîtier de l'afficheur, et plus encore de la réflectance des filtres généralement utilisés pour améliorer le contraste. Celle-ci diminuera le rapport de contraste, et désaturera la couleur de l'afficheur. La désaturation de couleur se produit en lumière solaire vive, lorsque l'œil confond la lumière émise par l'afficheur et la lumière ambiante réfléchie.

La quantité de lumière ambiante réfléchie en lumière solaire diffuse dépend du matériau de la face avant ainsi que des conditions de vision. Comme le montre la figure 17, on peut considérer deux conditions différentes : tout d'abord, le cas typique où l'observateur ne voit qu'une réflectance diffuse qui se rapporte à la lumière diffusée. Une surface très diffusante paraîtra éclairée de la même manière quel que soit l'angle de vision, car le schéma de radiation est quasiment lambertien, où l'intensité de la lumière émise varie selon le cosinus de l'angle formé par rapport à l'axe. Les exemples cités ultérieurement pour des applications à des afficheurs 7 segments et à matrice de points supposent que tous les dispositifs mesurés sont lambertiens. Par conséquent, pour une réflectance diffuse, le pourcentage total de lumière réfléchie sera divisé par π pour obtenir la stérance (cd/m²).

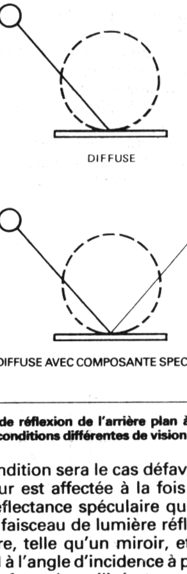


Figure 17 - Types de réflexion de l'arrière plan à partir de la surface de l'afficheur - Deux conditions différentes de vision.

La seconde condition sera le cas défavorable où la vision de l'observateur est affectée à la fois par la réflectance diffuse et la réflectance spéculaire qui se rapporte à un rayon ou à un faisceau de lumière réfléchi à partir d'une surface planaire, telle qu'un miroir, et où l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence à partir de la normale à la surface. Les formules utilisées pour calculer l'indice de luminance et l'indice de chrominance dans des conditions de lumière ambiante réfléchie, sont présentées dans le paragraphe ci-dessous. L'annexe A contient les intégrales nécessaires aux calculs.

Contraste de luminance et indice de luminance [6]

Comme on l'a vu précédemment au paragraphe "Amélioration du contraste de luminance – Filtrage", le rapport du contraste de luminance pour un afficheur à DEL avec filtre s'obtient au moyen de l'équation ci-dessous :

$$\text{Rapport du contraste de luminance} \quad CR = \frac{LvS + LvOFF + LvF}{LvB + LvF} \qquad (7)$$

On peut définir la différence de luminance, EL, comme la réponse de l'œil au rapport de contraste. Du fait que l'œil répond logarithmiquement aux variations du niveau lumineux, EL se définit comme :

$$\text{(Différence de luminance) EL} = \text{Log (CR)} \qquad (8)$$

Comme on l'a établi pour la photographie et la télévision, le plus petit rapport de contraste discernable que l'œil puisse percevoir est égal à 1,05. Cette valeur de 1,05, introduite dans l'équation (8) permet d'obtenir le seuil de différence de luminance (ELS), qui est égal à 0,021. Toutefois, pour une discernabilité confortable, on a démontré pour la photographie et la télévision qu'il est souhaitable d'avoir un rapport de contraste de 1,4 entre deux informations monochromes. Ceci permet d'obtenir une différence de luminance de 0,15, appelée différence de luminance unitaire (ELU), et égale à sept fois la différence de luminance seuil (ELS).

$$\begin{aligned} \text{ELS} &= \text{Log } 1{,}05 = 0{,}021 \\ \text{ELU} &= \text{Log } 1{,}4 = 0{,}15 \end{aligned} \qquad (9)$$

La différence de luminance unitaire (ELU) peut être visuellement observée, en comparant deux valeurs monochromatiques sur l'échelle de gris de Kodak, qui soient distantes de quatre pas. Sur cette échelle, chaque pas présente une variation de 10 % de la luminance, aussi deux échelons situés à quatre pas l'un de l'autre représentent-ils une variation de 40 % de la luminance.
Le rapport de la différence effective de luminance sur un afficheur, comparée à la différence unitaire (ELU) s'appelle l'indice de luminance (IDL). Une valeur IDL de 1 impliquerait un afficheur avec une différence de luminance tout juste suffisante pour une discernabilité confortable. Il est souhaitable que la valeur de l'indice de luminance soit supérieure ou égale à 1.

$$\text{(Indice de luminance) IDL} = \frac{\text{EL}}{\text{ELU}} = \frac{\text{Log CR}}{0{,}15} \qquad (10)$$

Ainsi, si on utilise l'équation de contraste définie précédemment, l'indice de luminance pour un afficheur à DEL avec filtre devient :

$$\text{Indice de luminance Afficheur à DEL avec filtre} \quad \text{IDL} = \frac{\text{Log}\left(\frac{\text{LvS} + \text{LvOFF} + \text{LvF}}{\text{LvB} + \text{LvF}}\right)}{0{,}15} \qquad (11)$$

Contraste de chrominance et indice de chrominance [7]

Le contraste de chrominance fait normalement partie de la vie quotidienne. Par exemple, un observateur peut aisément distinguer un galon doré sur un vêtement pourpre. Pourtant, le concept du contraste de chrominance n'a été appliqué que récemment aux afficheurs électroluminescents, afin d'obtenir une lisibilité optimale en lumière solaire. Avant de définir le contraste de chrominance et l'indice de chrominance, expliquons la détermination de couleur d'une DEL et le concept de différence de couleur.

Couleur de la DEL : les couleurs utilisables en lumière solaire sont le rouge haut rendement, le jaune et le vert, obtenus à partir d'un substrat de technologie GaP. On a choisi le GaP (phosphure de gallium) pour les DEL, parce que son rendement quantique est sensiblement supérieur à celui des substrats de technologie AsGa (Arséniure de gallium).
On utilise le diagramme de chromaticité établi en 1931 par la CIE pour déterminer précisement la couleur d'une DEL perçue par l'œil. Le système de la CIE est basé sur le concept de mélange additif de couleurs, tel qu'il a été déterminé à partir d'expériences dans lesquelles on combinait des rayons lumineux de différentes longueurs d'onde. La couleur de la DEL est déterminée par la longueur d'onde dominante qui correspond à la longueur d'onde dominante du spectre de couleur, lequel, une fois mélangé avec la lumière en provenance de la source C de la CIE, sera perçu par l'œil comme étant la même couleur émise par le spectre.
La source C de la CIE est une source portée à une température de 6500 degrés Kelvin, qui émet un rayonnement lumineux simulant la lumière du jour par un ciel chargé. Une définition graphique de λ d et de la "pureté" de la couleur est donnée sur le schéma de chromaticité de la CIE à la figure 18. La longueur d'onde dominante est obtenue en calculant tout d'abord les paramètres de couleur x, y, du spectre émis. Ces paramètres de couleur sont ensuite reportés sur le diagramme de chromaticité de la CIE. Une ligne est tracée entre le point de la source lumineuse C, à travers le point de couleur x, y et coupant le périmètre du schéma. Le point d'intersection entre la ligne et le périmètre est la longueur d'onde dominante λ d. La figure 19 représente un diagramme de chromaticité de la CIE, et montre les longueurs d'onde dominantes et les couleurs correspondantes des DEL.
La figure 18 montre également la pureté de la couleur, ou saturation, définie comme le rapport de la distance entre le point de couleur x, y et le point de la source lumineuse C, divisé par la somme de cette distance et de la distance entre le point x, y et le périmètre. Les coordonnées de couleur x, y des DEL sont tracées très près du périmètre du diagramme de chromaticité. Par conséquent, la pureté de la couleur approche une valeur 1, typique de la saturation de couleur obtenue à partir d'une source de lumière monochromatique. Toutefois, comme on le verra dans le paragraphe suivant, cette pureté de couleur est désaturée par la lumière ambiante réfléchie.

Distance chromatique et diagramme de chromaticité établi en 1960 par la CIE-UCS : la capacité pour l'œil de discerner la différence de couleur entre la DEL éclairée et le fond peut être évaluée en mesurant la distance entre leurs coordonnées de couleur respectives. Dans ce cas précis, on n'a pu se servir du système de couleurs mis au point en 1931 par la CIE, car les zones de différences unitaires de couleur observées sont des ellipses qui entraînent des erreurs lorsqu'on se sert de la distance entre deux coordonnées de couleur sur le schéma pour mesurer la différence de couleur [8]. Le système de 1931 a été revu en 1960, de telle sorte que les zones de différences observées sont pratiquement circulaires. Quoique le diagramme de chromaticité de 1960 ait été revu en 1976, pour uniformiser l'espace de couleur, la comparaison entre ces deux systèmes montre un accord assez proche au niveau de la perception de la différence de chromaticité rouge-vert, et un désaccord significatif au niveau de la perception de la différence de chromaticité bleu-pourpre.

Dans ce diagramme, la distance entre deux coordonnées de chromaticité quelconques dans la région du vert au rouge peut être considérée comme la mesure de leurs différences de couleur. Par exemple, la figure 21 montre la distance chromatique (EC) entre un fond gris et une DEL rouge. Selon la théorie de l'indice de discrimination, la distance chromatique entre un élément éclairé et le fond peut être calculée au moyen de l'équation ci-dessous, basée sur le diagramme de chromaticité établi en 1960 par la CIE-UCS.

$$\text{(Distance chromatique) EC} = \sqrt{(u_\ell - u_b)^2 + (v_\ell - v_b)^2} \qquad (12)$$

où (u_ℓ, v_ℓ) = couleur de la lumière émise
(u_b, v_b) = couleur de la lumière réfléchie par le fond.

APPLICATIONS

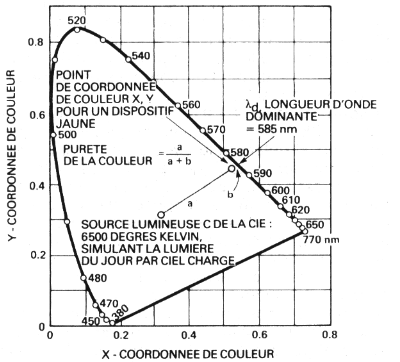


Figure 18 - Définition de la longueur d'onde dominante et de la pureté de couleur, représentée sur le diagramme de chromaticité de la CIE.

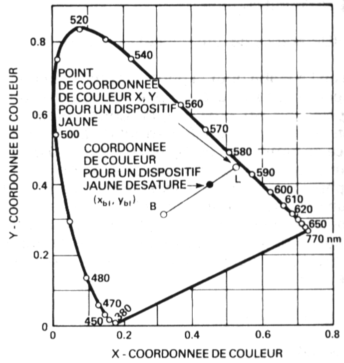


Figure 20 - Mélange additif de couleurs.

SYMBOLE	NOM DE LA COULEUR
R	ROUGE
rO	ROUGE-ORANGÉ
O	ORANGE
yO	JAUNE-ORANGÉ
Y	JAUNE
gY	JAUNE VERDATRE
YG	JAUNE VERT
yG	VERT JAUNATRE
G	VERT
bG	VERT BLEUATRE
BG	BLEU VERT
gB	BLEU VERDATRE
B	BLEU
pB	BLEU VIOLET
bP	VIOLET BLEUATRE
P	POURPRE
rP	POURPRE ROUGEATRE
RP	ROUGE POURPRE
pR	ROUGE VIOLACÉ
pPK	ROSE VIOLACÉ
PK	ROSE
OPK	ROSE ORANGÉ
C	SOURCE LUMINEUSE C DE LA CIE

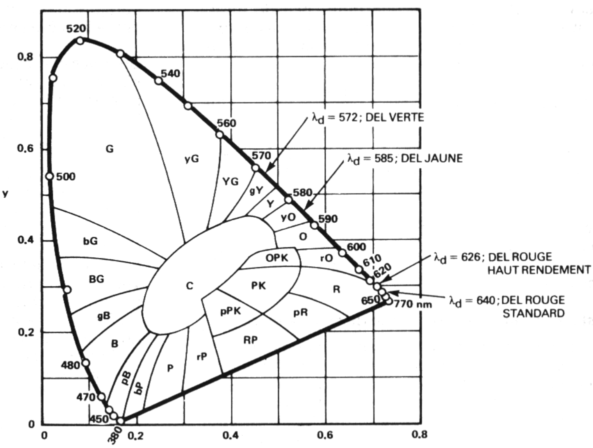


Figure 19 - Longueurs d'onde dominantes et couleurs correspondantes des DEL, représentées sur le diagramme de chromaticité de la CIE.

Toutefois, en pratique, cette distance chromatique est réduite par la désaturation de la couleur de l'afficheur, qui se produit lorsque la lumière ambiante est réfléchie à partir de la face avant du filtre et de l'élément éclairé de la DEL. L'importance de la désaturation dépend du rapport de luminance entre la lumière émise par la DEL et la lumière ambiante réfléchie. Pour tenir compte de cet effet, il est nécessaire de réécrire l'équation de la distance chromatique (EC), de telle sorte que les termes soient les coordonnées de couleur du mélange de lumière émise et de lumière réfléchie.

$$\text{(Distance chromatique)} = EC = \sqrt{(u_{b\ell} - u_b)^2 + (v_{b\ell} - v_b)^2} \tag{13}$$

où $(u_{b\ell}, v_{b\ell})$ = Mélange de couleur de la lumière émise et de la lumière réfléchie

(u_b, v_b) = Couleur de la lumière réfléchie par l'arrière plan.

Les coordonnées u et v utilisées dans les équations ci-dessus peuvent être calculées selon le principe décrit ci-après, et illustré à la figure 20, qui représente le diagramme de chromaticité de 1931.

Les coordonnées de chromaticité représentant le mélange d'une source lumineuse de luminance L, et ayant pour coordonnées de chromaticité (X_ℓ, Y_ℓ), avec une source lumineuse de luminance B et ayant pour coordonnées de chromaticité (X_b, Y_b), se trouvent au point $(X_{b\ell}, Y_{b\ell})$ sur la droite rejoignant (X_ℓ, Y_ℓ) et (X_b, Y_b). Le point exact où se trouve $(X_{b\ell}, Y_{b\ell})$ dépend des rapports des luminances L et B. [9] Dans ce cas, la lumière ambiante réfléchie est spécifiée par une stérance B, et par les coordonnées de chromaticité X_b, Y_b*. La lumière émise est spécifiée par une stérance L et les coordonnées de chromaticité X_ℓ, Y_ℓ*. La couleur produite par le mélange de la lumière émise avec la lumière ambiante réfléchie est spécifiée par : [10]

$$x_{b\ell} = \frac{M_\ell x_\ell + M_b x_b}{M_\ell + M_b} \qquad y_{b\ell} = \frac{M_\ell y_\ell + M_b y_b}{M_\ell + M_b} \tag{14}$$

$$M_\ell = \frac{L}{Y_\ell} \qquad M_b = \frac{B}{y_b}$$

Note : Reportez-vous à l'annexe B pour les intégrales utilisées pour calculer les coordonnées de chromaticité x, y du fond et de l'élément éclairé.

Dans ce cas, les valeurs L et B sont spécifiées en cd/m²; toutefois, on peut utiliser n'importe quelle unité de stérance lumineuse, tels que les foot-lamberts (lumens par pied carré).

Les nouvelles coordonnées de chromaticité $x_{b\ell}$ et $y_{b\ell}$ sont converties selon le système de coordonnées (U, V) mis au point en 1960 par la CIE. Les coordonnées de chromaticité du fond (x_b, y_b) sont également converties en coordonnées (u, v). Les résultats $(u_{b\ell}, v_{b\ell})$ et (u_b, v_b) sont utilisés dans l'équation de distance chromatique définie précédemment (13).

Indice de chrominance

Le seuil de chrominance (ECS), c'est-à-dire la plus petite différence de couleur que l'œil puisse discerner, a été déterminé par A.H. Jones en 1968, comme étant égal à 0,00384. [11] Fondé sur l'hypothèse que les différences de couleurs confortables sont équivalentes aux différences de luminances confortables, Jean-Pierre Galves et Jean Brun ont déterminé expérimentalement que la différence de couleur unitaire (ECU) pour une discernabilité confortable est égale à sept fois la différence de chrominance seuil (ECS).

$$ECS = 0{,}00384$$
$$ECU = 7 \times 0{,}00384 = 0{,}027 \tag{15}$$

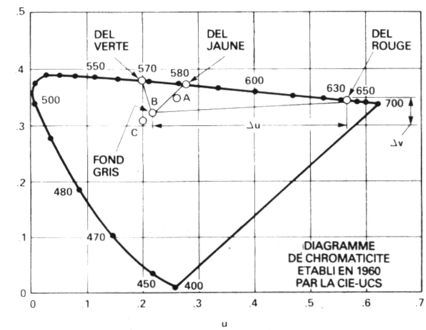
Le rapport entre la différence de chrominance effective d'un affichage et la différence de chrominance unitaire (ECU) s'appelle l'indice de chrominance (IDC). Un indice de chrominance égal à 1 impliquerait un afficheur présentant une différence de couleur tout juste suffisante pour assurer une discernabilité confortable. Il est souhaitable d'avoir un indice de chrominance supérieur ou égal à 1.

$$\text{(Indice de chrominance) } IDC = \frac{EC}{ECU} = \frac{EC}{0{,}027} \tag{16}$$

Par conséquent, l'indice de chrominance pour l'élément éclairé devient :

$$IDC = \frac{EC}{0{,}027} = \frac{\sqrt{(u_{b\ell} - u_b)^2 + (v_{b\ell} - v_b)^2}}{0{,}027} \tag{17}$$

Contraste de chrominance entre des afficheurs rouges, jaunes, verts et un arrière plan gris : pour augmenter le contraste de chrominance, la plupart des afficheurs Hewlett-Packard utilisables en lumière solaire sont conçus avec un fond gris neutre. La figure 21 montre les coordonnées de couleur pour un fond gris typique et pour une DEL rouge, jaune et verte. On constate que la distance chromatique entre la DEL rouge et le fond gris est égale à trois fois la distance chromatique entre la DEL jaune et le fond gris. La différence est même supérieure lorsqu'on compare la distance chromatique entre une DEL rouge et un fond gris et une DEL verte et un fond gris. Par conséquent, à stérance égale, un afficheur rouge aura un contraste de chrominance plus marqué que celui d'un afficheur jaune ou vert. Toutefois, tous les afficheurs peuvent être utilisés en lumière solaire, si l'on prévoit une technique de filtrage appropriée.



DISTANCE CHROMATIQUE
$EC = \sqrt{\Delta u^2 + \Delta v^2}$

$EC_{TH} = 0{,}00384$

Figure 21 - Diagramme de chromaticité établi en 1960 par la CIE-UCS, et présentant la distance chromatique entre une DEL verte, jaune ou rouge et un fond gris.

APPLICATIONS

Indice de discrimination [12]

On peut combiner les indices de luminance et de chrominance de manière à obtenir un chiffre qualifiant la lisibilité, appelé l'indice de discrimination. On obtient la valeur minimale de l'indice de discrimination pour assurer une lisibilité confortable, lorsque l'indice de luminance ou de chrominance est égal à 1.

$$ID = \sqrt{IDL^2 + IDC^2}$$

$$IDmin = 1 \qquad (18)$$

Pour visualiser le contraste total obtenu entre l'élément éclairé et le fond, on peut tracer l'indice de discrimination dans l'espace photocolorimétrique à trois dimensions mis au point en 1960 par la CIE-UCS. L'espace photocolorimétrique est défini sur le plan horizontal par le système de chromaticité (U, V,) de 1960, et sur le plan vertical par l'échelle logarithmique de luminance. [13] La figure 22 représente en un point l'indice de luminance et de chrominance de l'élément éclairé, et en un autre ceux du fond de l'afficheur. La distance entre ces deux points distincts est l'indice de discrimination.

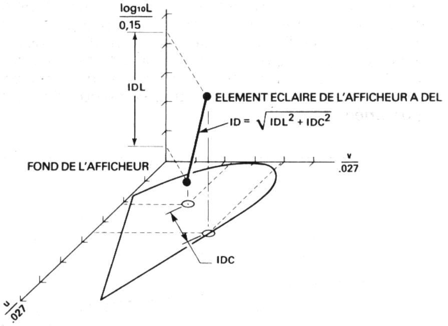


Figure 22 - Espace photocolorimétrique.

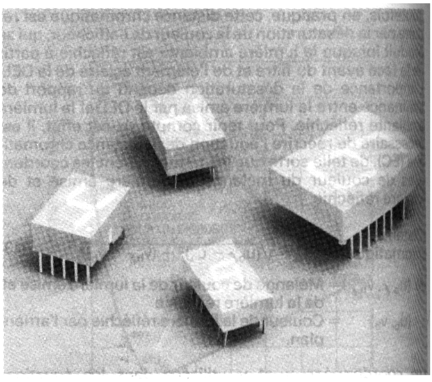


Figure 23 - Afficheurs à DEL utilisables en lumière solaire.

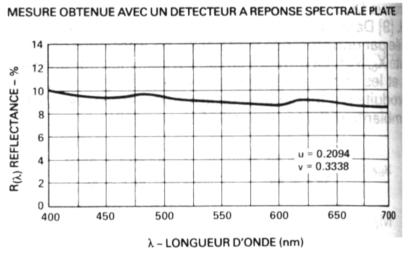


Figure 24 - Caractéristique de réflectance de la surface d'un afficheur à segments et à DEL à corps gris et utilisable en lumière solaire.

APPLICATION AUX AFFICHEURS SEPT SEGMENTS A DEL

Boîtier d'un afficheur sept segments à DEL

Les afficheurs sept segments conçus pour être utilisés en lumière vive peuvent servir à illustrer la théorie de l'indice de discrimination. La figure 23 représente les quatre tailles d'afficheurs pouvant être vus à des distances de 3, 6, 7 et 10 mètres. Ces afficheurs sont tout à fait adaptés à des applications en lumière vive, du fait du contraste de chrominance dû au boîtier de l'afficheur, et du contraste de luminance dû aux DEL haute luminosité. Les DEL sont des puces en phosphure de gallium à large jonction, émettant une quantité importante de lumière et pouvant être pilotées à courants intenses. Les cavités des segments ont été conçues pour maximiser la stérance (intensité/surface de l'unité) et le contraste de chrominance. Les caractéristiques de couleur et de réflexion du segment d'époxy non teinté correspondent sensiblement à la couleur et à la réflectance du fond peint en gris. Par conséquent, les segments désactivés se fondent dans l'arrière plan lorsqu'ils ne sont pas éclairés; éclairés, l'œil les discernera aisément des segments non allumés.

Pour déterminer la lisibilité en lumière solaire du boîtier de l'afficheur en question, on a effectué des mesures de réflectance spéculaire et diffuse, selon les explications du paragraphe "Réflectance de la face avant", sur la peinture grise et sur l'époxy. Les mesures diffuses ont été réalisées au moyen d'un densitomètre MacBeth (RD-100R), qui mesure à un angle de 45°; les mesures spéculaires ont été réalisées au moyen du spectrophotomètre Hewlett-Packard 8450A, qui mesure à un angle de 30°.

La figure 24 montre les caractéristiques de réflectance typiques de la face d'un afficheur sept segments à corps gris. La peinture grise présente une réflectance spéculaire inférieure à 0,02 %, et une réflectance diffuse de 9 à 12 %. L'époxy est restée très proche de ces valeurs, avec une réflectance spéculaire inférieure à 0,02 % et une réflectance diffuse de 9 %.

Filtres pour l'amélioration du contraste – Afficheurs sept segments à DEL.

On peut réduire la réflectance diffuse de l'arrière plan à un niveau plus bas en utilisant un filtre gris à densité neutre avec une transmission de 18 à 25 % sur l'ensemble du spectre visible. Le filtre gris à densité neutre, non seulement atténue la lumière réfléchie à partir de l'afficheur, mais améliore le contraste de chrominance entre l'élément éclairé et le boîtier gris de l'afficheur.

On tiendra aussi compte de la lumière ambiante réfléchie, qui réduira de manière significative le taux de contraste et désaturera la couleur de la lumière émise par la DEL. Le tableau 5 présente les valeurs typiques de réflectance spéculaire et diffuse pour des filtres plastiques avec une face avant texturée ou non.

La réflectance spéculaire d'un filtre non texturé (4 à 6 %) ou texturé (2 à 4 %) est relativement élevée. Par conséquent, lorsqu'on l'observe sous l'angle de la réflectance spéculaire, l'éblouissement cachera les éléments électroluminescents. Toutefois, on utilise fréquemment des filtres plastiques non texturés en lumière solaire vive. Les filtres non texturés présentent une face avant lisse, et donc une réflectance spéculaire importante et une réflectance diffuse réduite. Pour autant que la réflectance spéculaire soit écartée des yeux de l'observateur, le filtre non texturé présentera l'avantage de minimiser la réflectance diffuse. Par exemple, le schéma du tableau 5 montre comment incliner légèrement le haut du filtre vers l'avant, pour diriger la réflectance spéculaire vers le bas, hors des yeux de l'observateur.

La transmittance (15 à 25 %) dépend de la réflectance de la face avant du filtre et de l'aspect souhaité pour la face avant. Les filtres plastiques à faible réflectance diffuse (0,3 à 0,7 %) donneront les meilleurs résultats avec une transmission de 18 %. Cette transmission affaiblie de 18 % produira également un aspect neutre plus remarquable qu'un filtre dont la transmission serait égale à 25 %.

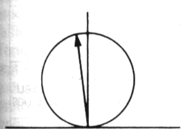
Exemple – Afficheur sept segments à DEL et filtre

Dans l'exemple ci-dessous, on utilise un afficheur sept segments à DEL jaune de 0,3 pouces (HDSP-4030) avec un filtre en plastique non texturé et gris de densité neutre, présentant une réflectance diffuse de 0,7 % et une transmission de 23 %, pour une lumière de 107 000 lm/m² (soit 10 000). On ne tient compte que de la réflectance diffuse, car le filtre a été monté de telle sorte que les réflectances spéculaires soient dirigées hors des yeux de l'observateur.

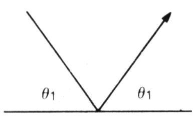
Dans les figures 25 à 29, les indices de luminance, de chrominance et de discrimination ont été calculés en fonction de deux conditions. Tout d'abord, sans tenir compte de la réflectance de la face avant ; ensuite, pour une condition de vision typique où l'observateur ne sera affecté que par la réflectance diffuse. On constate que la valeur de chaque indice est réduite par la réflectance de la face avant. Si un ingénieur négligeait de tenir compte de la réflectance de la face avant dans ses calculs, il pourrait faire erreur à double titre. Il pourrait d'abord croire qu'il lui est possible d'obtenir un taux de contraste de 1,79 : 1. Toutefois, lorsque l'on tient compte de la réflectance diffuse, le taux de contraste est réduit à 1,42 : 1. Ensuite, il peut également penser que la distance chromatique entre la DEL éclairée et le fond est égale à 0,0853. Or, lorsqu'on tient compte de la désaturation due à la réflectance diffuse, la distance chromatique est réduire à 0,0229.

Enfin, lorsqu'on combine le taux de contraste et la distance chromatique pour obtenir l'indice de discrimination, les conséquences de la réflectance de la face avant apparaissent clairement. L'indice de discrimination sans réflectance de la face avant est égal à 1,58. Lorsqu'on tient compte de la réflectance de la face avant, l'indice de discrimination est réduit à 1,31, ce qui est toujours supérieur au minimum de 1 nécessaire à une lisibilité confortable. Quoique l'indice de discrimination de 1,31 soit inférieur à 1,58, c'est une valeur plus réaliste de l'indice de discrimination perçu par l'œil.

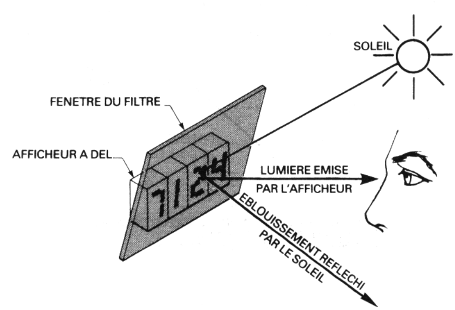
Tableau 5. Valeurs typiques de réflectance spéculaire et diffuse pour les filtres en plastique.



Réflectance diffuse (0°)

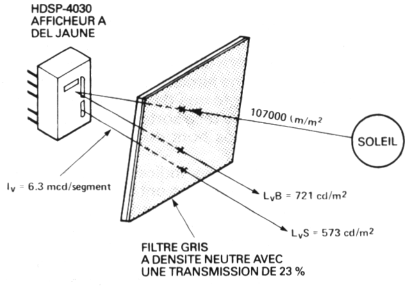


Réflectance spéculaire



Filtre en plastique	Réflectance diffuse à 0°	Réflectance spéculaire	
		10°	30°
Non texturé	0,3 – 1 %	3 – 5 %	4 – 6 %
Texturé	0,6 – 1,3 %	1 – 3 %	2 – 4 %

NOTE :
L'INCLINAISON VERS L'AVANT DE LA FENETRE DU FILTRE, PAR RAPPORT AU PLAN DE LA FACE DE L'AFFICHEUR DIRIGE LA REFLEXION HORS DES YEUX DE L'OBSERVATEUR.



$$IDL = \frac{LOG\ CR}{0.15}$$

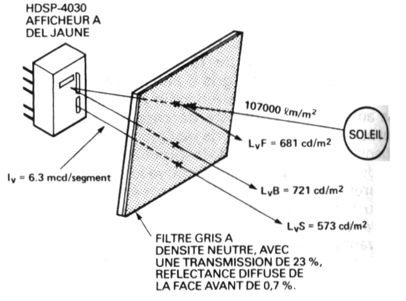
$$CR = \frac{L_VS + L_VB}{L_VB}$$

$$CR = \frac{573cd/m^2 + 721cd/m^2}{721cd/m^2}$$

$$CR = 1.79$$

$$IDL = 1.69$$

Figure 25 - Indice de luminance - Pas de réflectance de la face avant.



$$IDL = \frac{LOG\ CR}{0.15}$$

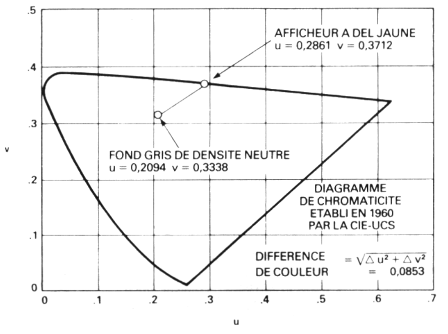
$$CR = \frac{L_VS + L_VB + L_VF}{L_VB + L_VF}$$

$$CR = \frac{573\ cd/m^2 + 721\ cd/m^2 + 681\ cd/m^2}{721\ cd/m^2 + 681\ cd/m^2}$$

$$CR = 1.41$$

$$IDL = 0.99$$

Figure 26 - Indice de luminance - Réflectance diffuse de la face avant.



COULEUR SUR LE SEGMENT = COULEUR DE LA DEL
REFLECTANCE DU FOND DE 12 %
PAS DE REFLECTANCE DE LA FACE AVANT

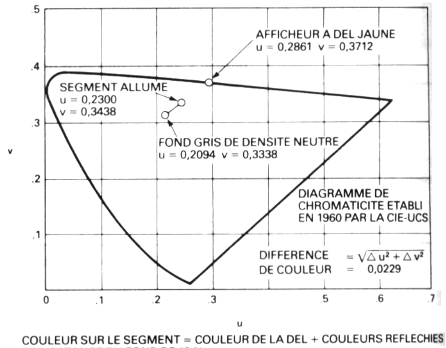
$$IDC = \frac{\sqrt{\Delta u^2 + \Delta v^2}}{0.027}$$

$$\sqrt{\Delta u^2 + \Delta v^2} = 0.0853$$

$$IDC = \frac{0.0853}{0.027}$$

$$IDC = 3.16$$

Figure 27 - Indice de chrominance - Pas de réflectance de la face avant.



COULEUR SUR LE SEGMENT = COULEUR DE LA DEL + COULEURS REFLECHIES
REFLECTANCE DU FOND DE 12 %
REFLECTANCE DIFFUSE DE LA FACE AVANT DE 0,7 %

$$IDC = \frac{\sqrt{\Delta u^2 + \Delta v^2}}{0.027}$$

$$\sqrt{\Delta u^2 + \Delta v^2} = 0.0229$$

$$IDC = \frac{0.0229}{0.027}$$

$$IDC = 0.848$$

Figure 28 - Indice de chrominance - Réflectance diffuse de la face avant.

$$ID = \sqrt{IDL^2 + IDC^2}$$

HDSP-4030 @ 6,3 mcd/ segment Pas de réflectance de la face avant	**HDSP-4030 @ 6,3 mcd/ segment Réflectance diffuse de la face avant de 0,7 %**
IDL = 1.69	IDL = .99
IDC = 3.16	IDC = .85
ID = $\sqrt{1.69^2 + 3.16^2}$	ID = $\sqrt{.99^2 + .85^2}$
ID = 3.58	ID = 1.31

Figure 29 - Calcul de l'indice de discrimination dans le cas où la réflectance de la face avant est nulle et pour une réflectance de face avant diffuse.

RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX FILTRES POUR LES AFFICHEURS SEPT SEGMENTS

Filtre plastique, réflectance diffuse de 0,7 %

Pour déterminer les filtres à recommander aux ingénieurs concepteurs, on a modélisé trois afficheurs sept segments, rouge, jaune et vert dans un programme d'ordinateur, de la même manière que dans l'exemple précédent, ainsi que divers filtres plastiques non texturés, chacun présentant une réflectance diffuse de la face avant typique de 0,7 %, et calculé les indices de discrimination pour une ambiance de 107000 lm/m^2, c'est-à-dire 10000 footcandles. Sur la base de la théorie de l'indice de discrimination et des observations réalisées chez Hewlett-Packard, on a pu déterminer les recommandations suivantes pour maximiser la lisibilité.

Pour des afficheurs sept segments rouges haut rendement, un filtre gris à densité neutre ou un filtre double passe-bande produit les valeurs d'indice de discrimination les plus élevées (voir figure 30).

La figure 30 résume les indices de luminance, de chrominance et de discrimination correspondant à des filtres gris de densité neutre (T 23 %), à bande passante longue (T 70 % à la longueur d'onde crête de la DEL) et double passe-bande (520-560 nm T 30 %, 610-660 nm T 30 %). L'indice de chrominance du filtre gris à densité neutre est égal à sept fois l'indice de chrominance du filtre rouge à longue bande passante, et ce du fait que la couleur du fond de l'afficheur est fonction de sa réflectivité, et de la longueur d'onde de la lumière réfléchie. Le fond gris des afficheurs sept segments réfléchit de manière égale toutes les longueurs d'onde de la lumière visible. Le filtre gris à densité neutre atténue également de la même manière toutes les longueurs d'onde de la lumière visible, ce qui implique que le fond de l'afficheur garde sa couleur grise d'origine. Ceci présente un intérêt, car la grande différence de couleur entre les fonds gris et la DEL rouge éclairée améliore la lisibilité.

D'autre part, le filtre rouge à grande longueur d'onde n'atténue pas de la même manière toutes les fréquences de lumière visible. Il ne laisse passer que les longueurs d'onde de la région du rouge, ce qui fait apparaître le fond gris de l'afficheur de couleur rouge. C'est pourquoi les filtres rouges qui sont parfaitement acceptables à l'intérieur sont difficilement utilisables sous une lumière vive, où il n'y a que très peu de différence de couleur entre le fond rouge et la DEL rouge éclairée.

On a également programmé dans l'ordinateur un filtre double passe-bande théorique. On souhaitait ainsi créer une différence de chrominance plus grande entre l'élément éclairé et le fond, en laissant passer plus de lumière réfléchie à une longueur d'onde autre que celle de la DEL éclairée. Dans ce cas, on a obtenu un indice de chrominance de 4,03, par rapport à l'indice de chrominance de 3,07 obtenu avec un filtre gris à densité neutre. L'indice de discrimination de 4,17 obtenu est supérieur à l'indice de discrimination de 3,21 obtenu avec un filtre gris de densité neutre. On peut réaliser ce filtre double passe-bande en plaçant un filtre pourpre (T 50 %) derrière un filtre gris de densité neutre (T 45 %).

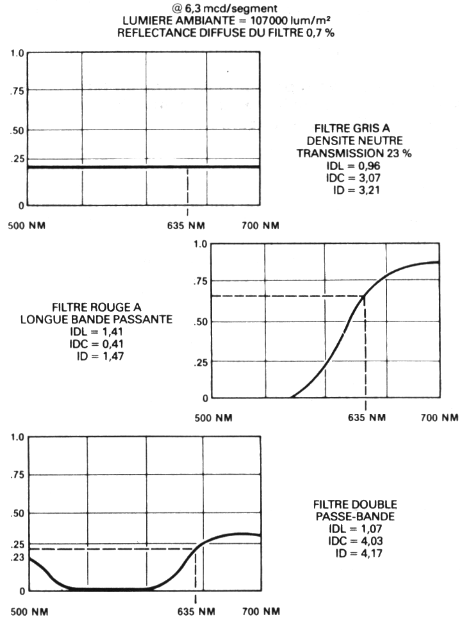


Figure 30 - HDSP-3530 afficheur rouge haut rendement de 0,30 pouces.

Pour les afficheurs sept segments jaunes, la combinaison d'un filtre gris à densité neutre et d'un filtre orange ou un filtre gris à densité neutre produisent des valeurs d'indice de discrimination élevées (voir figure 31).

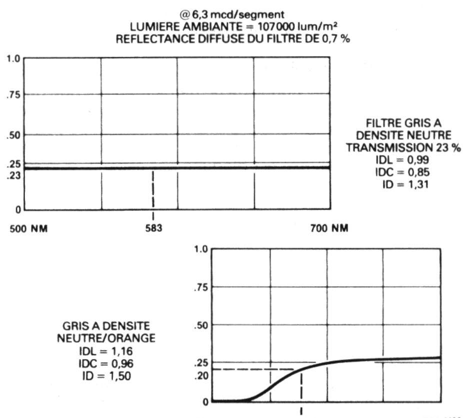


Figure 31 - HDSP-4030 afficheur jaune de 0,30 pouces.

APPLICATIONS

La valeur de l'indice de discrimination pour un filtre gris à densité neutre combiné avec un filtre orange, présentant une transmission de 20 % pour la longueur d'onde crête de la DEL est de 1,50 ; et pour un filtre gris à densité neutre avec une transmission de 23 % sur l'ensemble du spectre visible, elle est de 1,31. Parmi ces deux filtres, les indices de luminance et de chrominance du filtre orange/gris à densité neutre sont légèrement supérieurs à ceux du filtre gris à densité neutre. On peut accepter l'un ou l'autre de ces filtres, selon l'aspect souhaité pour la face avant.

Pour les afficheurs sept segments verts, un filtre gris à densité neutre produit les valeurs d'indice de discrimination les plus élevées (voir figure 32).

Un filtre gris à densité neutre avec une transmission de 23 % sur l'ensemble du spectre visible, produit un indice de discrimination de 1,10. L'alternative consiste à utiliser un filtre double passe-bande qui accroîtrait la différence de chrominance entre la DEL éclairée et le fond, en laissant passer la lumière réfléchie d'une longueur d'onde autre que celle de la DEL éclairée. Toutefois, la faisabilité au niveau de la production, et le coût de ce filtre risquent d'empêcher son utilisation sur les afficheurs sept segments verts.

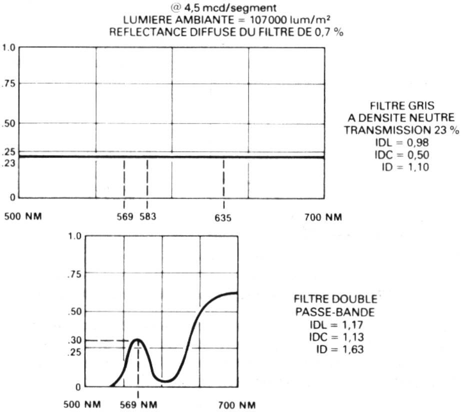


Figure 32 - Afficheur HDSP vert de 0,30 pouce.

Filtres à volets en plastique

Un filtre à volets fonctionne de la même manière que des stores vénitiens. Comme le montre la figure 33, la lumière en provenance de l'afficheur à DEL passe entre les volets pour atteindre l'observateur. D'autre part, la lumière ambiante entrant hors-axe est bloquée par ceux-ci, et n'est donc pas réfléchie vers l'observateur, par la face de l'afficheur. Quoique ceci ait pour résultat un taux de contraste très élevé, l'angle de vision est restreint. Par exemple, le filtre à volets de 0° représenté à la figure 33 a un angle de vision horizontal de 180° ; toutefois, l'angle de vision vertical est égal à 60°. Le rapport d'exposition des volets (profondeur du volet/distance entre les volets) détermine l'angle de vision.

Certaines applications exigent que les volets aient une orientation différente de 0°. Par exemple, on peut utiliser un filtre à volets orienté de 18° sur la face supérieure inclinée d'un terminal de point de vente. Un autre exemple : l'utilisation d'un filtre de ce type orienté à 45° sur une visualisation placée en hauteur pour bloquer la lumière ambiante en provenance des appareils d'éclairage montés au plafond.

OPTIONS DISPONIBLES POUR LES FILTRES A VOLETS – TOUTES LES COMBINAISONS SONT POSSIBLES

RAPPORT D'EXPOSITION ET ANGLE DE VISION	ANGLE D'ORIENTATION DU VOLET	COULEUR DU VOLET
2,75 : 1 = 60°	0°	NOIR OPAQUE
2,00 : 1 = 90°	18°	GRIS TRANSLUCIDE
3,50 : 1 = 48°	30°	NOIR TRANSLUCIDE
	45°	

EXEMPLE : 2,75 : 1 – 18° – NOIR TRANSLUCIDE

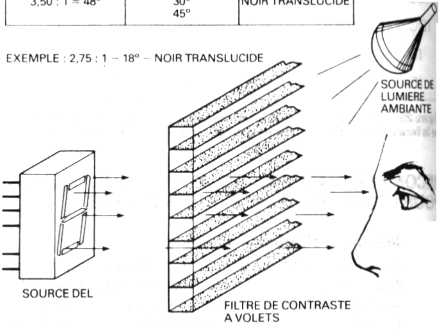


Figure 33 - Fonctionnement d'un filtre à volets.

En lumière vive, ce sont les filtres de densité neutre avec des volets noirs translucides qui sont les plus efficaces. On peut placer un filtre secondaire de couleur derrière les filtres à volets de densité neutre, pour accroître le contraste de couleur aux dépens de la lumière émise par la DEL. Pour les applications en lumière solaire, on recommande deux options de volets différents. On recommande tout d'abord d'utiliser un filtre à volets de densité neutre, orienté à 45°. Ce filtre produira un angle de vision horizontal et vertical de 60°, pour un rapport d'exposition du volet de 2,75 : 1. Une alternative consiste à utiliser un filtre "quadrillé" de densité neutre, qui augmente le contraste mais réduit encore l'angle de vision horizontal et vertical à 40°, pour un rapport d'exposition du volet de 2,75 : 1. Un filtre quadrillé se compose essentiellement de deux filtres à volets de densité neutre de 0°, et orientés à 90° l'un par rapport à l'autre. Avec ce filtre, les chiffres rouges, jaunes et verts montés côte à côte resteront nettement visibles pour autant que la lumière solaire ne soit pas parallèle à l'axe de vision.

Les filtres à volets pour afficheurs à DEL sont fabriqués par la société 3M, Light Control Division, St Paul, Minnesota.

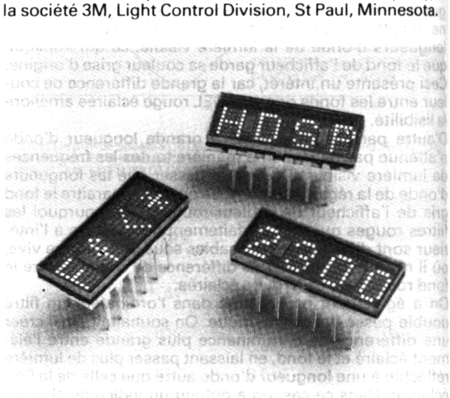


Figure 34 - Afficheurs alphanumériques de petite taille.

APPLICATIONS AUX AFFICHEURS A MATRICE DE POINTS DE DEL

Boîtier d'un afficheur à matrice de points de DEL

On peut aussi utiliser des afficheurs à matrice de points de DEL pour illustrer la théorie de l'indice de discrimination. La figure 34 représente un afficheur alphanumérique à matrice de points, avec quatre caractères par boîtier. Ces afficheurs sont particulièrement adaptés aux applications de lumière vive, du fait de la stérance élevée de chacun des points de la matrice 5 × 7.
Le boîtier de l'afficheur se compose d'un substrat de céramique sombre, de 140 puces de DEL et de deux circuits intégrés, tous recouverts d'une fenêtre en verre transparent. Chacun de ces matériaux, et les bandes d'or les reliant réfléchissent la lumière. Pour déterminer la lisibilité en lumière solaire de ce boîtier en particulier, on a effectué des mesures de réflectance spéculaire et diffuse sur chacun des matériaux constituants. On a effectué les mesures diffuses au moyen d'un densitomètre MacBeth (RD-100R) qui mesure à un angle de 45°; les mesures spéculaires ont été effectuées au moyen du spectrophotomètre Hewlett-Packard 8450A, qui mesure à un angle de 30°.
La figure 35 montre que sans filtre, cet afficheur présente une importante réflectance spéculaire du fait des bandes de connexion, des puces de DEL, de circuits intégrés et de la fenêtre de verre.

Filtres recommandés pour afficheurs à matrice de points

On peut réduire la réflectance spéculaire du boîtier de l'afficheur à un niveau très bas, au moyen d'un polariseur circulaire. Le polariseur circulaire représenté à la figure 36 se compose d'un polariseur linéaire et d'une lame quart-d'onde laminés ensemble. L'axe de polarisation linéaire est orienté à 45° par rapport à l'axe optique de la lame quart-d'onde. La lumière solaire non polarisée passant à travers le polariseur linéaire est divisée en composantes x et y, qui émergent de la lame quart-d'onde déphasées de 90° et polarisées circulairement. Lors de la réflexion par la surface de l'afficheur à réflexion spéculaire, la direction de la lumière polarisée circulairement est inversée. En repassant à travers la lame quart-d'onde, les composantes x et y sont remises en phase; mais, du fait qu'elles sont polarisées linéairement à 90° par rapport au polariseur linéaire, la lumière réfléchie est absorbée par le filtre.

Il faut également tenir compte de la lumière ambiante réfléchie à partir de la face avant du filtre. Trop de lumière ambiante réfléchie réduira de manière significative le taux de contraste et désaturera la couleur de la lumière émise

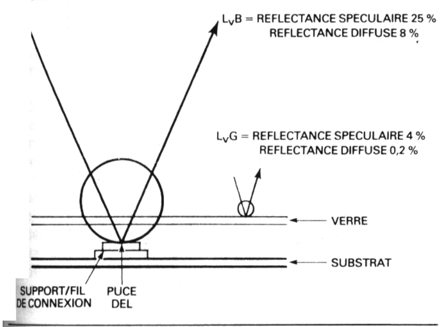


Figure 35 - Afficheur alphanumérique à matrice de points, valeurs typiques de la réflectance à 30°.

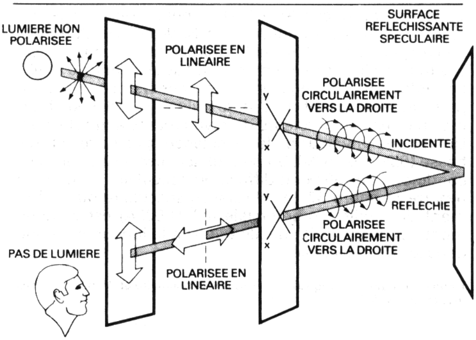


Figure 36 - Fonctionnement d'un polariseur circulaire.

par la DEL. On utilise fréquemment des filtres en plastique non texturés; ceux-ci réalisent des performances assez satisfaisantes en lumière solaire vive, s'ils sont montés de telle sorte qu'ils dirigent les réflectances spéculaires hors des yeux de l'observateur. En lumière solaire, lorsque la réflectance spéculaire ne peut être déviée des yeux de l'observateur, on peut utiliser un filtre de verre quart-d'onde avec un revêtement anti-réflexion. Cette couche optique minimise les réflectances spéculaires en réduisant l'indice de réfraction apparent du filtre de verre, à une valeur assez proche de l'indice de réfraction de l'air.
Cet appariement des indices réduit la quantité de lumière émise par la DEL et perdue à l'interface verre/air; elle réduit aussi la quantité de lumière ambiante réfléchie à partir de la face avant du filtre.
On peut calculer la quantité de lumière émise par la DEL et perdue à l'interface verre/air au moyen de l'équation de l'indice de réfraction, présentée au paragraphe "Longueur d'onde crête et transmission du filtre".

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}\right)^2 \qquad (19)$$

où n_1 = indice de réfraction du matériau constituant le filtre
n_2 = indice de réfraction de l'air.

Perte par réflexion = 2 (R) (100 %) (20)

Pour un verre transparent sans revêtement, la perte par réflexion sera égale à 10,6 %, comme le montre l'équation ci-dessous :

$$R = \left(\frac{1,6 - 1}{1,6 + 1}\right)^2 = 0.053 \qquad (21)$$

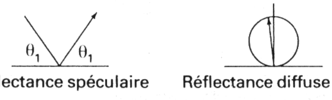
où n_1 = 1,6, indice de réfraction typique du verre
n_2 = 1, indice de réfraction de l'air.

Perte par réflexion = 2 (0,053) 100 % = 10,6 % (22)

Le tableau 6 représente les valeurs typiques de réflectance spéculaire et diffuse pour un revêtement HEA® (marque déposée) de qualité commerciale, fourni par les laboratoires Optical Coating Laboratories, situés à Santa Rosa, Californie. La réflectance du revêtement HEA® de qualité commerciale (n° 11-002A) a été mesurée au moyen d'un

Gardner Hazeguard XL-211 Hazemeter (réflectance diffuse) et d'un spectrophotomètre Beckman DK2A (réflectance spéculaire). Comme le montre ce tableau, l'efficacité maximale des revêtements HEA se situe entre 0 et 30°. Le tableau montre également les valeurs de réflectance pour un revêtement de qualité militaire – données fournies par les constructeurs de revêtements anti-réflexion. Du fait que la valeur de la réflectance spéculaire est très basse (0,20 à 0,45 %), on peut utiliser ces filtres dans des conditions de réflexion diffuse ou spéculaire. Comme le montre le figure 37, la réflectance spéculaire du revêtement de qualité commerciale (n° 11-002A) est typiquement égale à 0,25 %, quelle que soit la longueur d'onde dans le spectre visible.

Tableau 6. Valeurs typiques de réflectance spéculaire et diffuse pour des revêtements HEA.



Angle d'incidence	Réflectance spéculaire		Réflectance diffuse
	Qualité commerciale	Qualité militaire	Toutes qualités
10°	0,10 %	0,05 %	< 0,02 %
30°	0,25 %	0,10 %	0,02 %
45°	0,45 %	0,25 %	0,04 %

Pour un morceau de verre transparent à couche optique, la quantité de lumière de la DEL perdue aux interfaces verre/ambiance du fait de la réflexion est égale à 0,50 %. La perte de 0,50 % par réflectance à travers un filtre de verre transparent à couche optique est considérablement inférieure aux 10,6 % correspondant à un filtre de verre transparent sans couche optique.

$$R = \left(\frac{1,105 - 1}{1,105 + 1}\right)^2 = 0,0025 \qquad (23)$$

où n_1 = 1,105, soit l'indice de réfraction typique du verre à couche optique.
n_2 = 1, soit l'indice de réfraction de l'air.

$$\text{Perte par réflexion} = 2\,(0,0025)\,(100\,\%) = 0,5\,\% \qquad (24)$$

On peut également calculer la quantité de lumière ambiante réfléchie à partir de la face d'un filtre de verre à couche optique. La stérance lumineuse de l'éblouissement spéculaire réfléchi, pour une lumière de 107000 lm/m² est égale à 267 cd/m² pour un verre à couche optique, avec une réflectance de 0,25 %, ce qui est considérablement inférieur à la valeur de 2140 cd/m² correspondant à un filtre plastique non texturé, avec une réflectance de 2 %, ou à la valeur de 4280 cd/m² pour un morceau de verre sans couche optique avec une réflectance de 4 %.

Plusieurs fabricants produisent des filtres se composant d'un polariseur circulaire inséré entre deux morceaux de verre, dont l'un est revêtu d'une couche optique. Le Polaroïd HNCP10, filtre polarisant circulaire gris à densité neutre avec une transmission de 10 à 12 % sur l'ensemble du spectre visible en est un exemple. La figure 38 est une vue en coupe du filtre ; la figure 39 représente ses caractéristiques spectrales. La courbe du bas représente la transmission de lumière non polarisée (lumière émise par la DEL et réflectance diffuses), tandis que la courbe du haut représente la transmission de lumière polarisée (réflectances spéculaires). La courbe du bas montre que les réflectances spéculaires dûes à la fenêtre de verre de l'afficheur, à la face supérieure de la DEL et aux circuits intégrés sur la carte sont réduites à un niveau très faible.

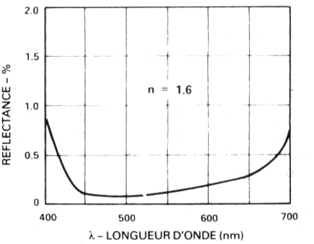


Figure 37 - Réflectance de la face avant du verre avec couche optique quart-d'onde double face.

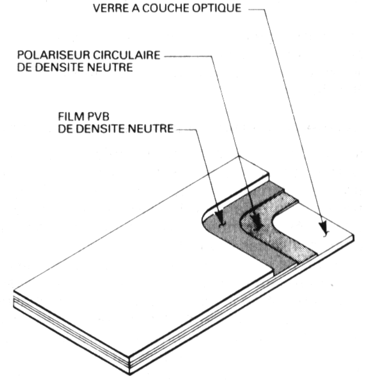


Figure 38 - Polariseur circulaire inséré entre un morceau de verre à couche optique HEA et un morceau de verre sans couche optique.

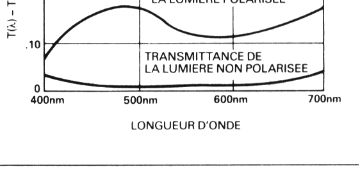
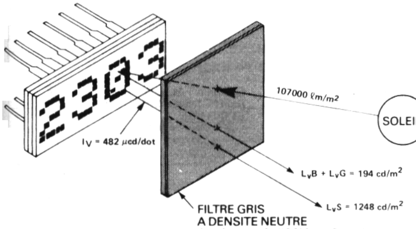


Figure 39 - Caractéristiques spectrales d'un filtre en verre à couche optique et polarisation circulaire.



$$\text{CONTRASTE} = \frac{L_VS + L_VB + L_VG}{L_VB + L_VG} = 7{,}43$$

Pas de réflectance de la face avant

$$IDL = \frac{\text{LOG CR}}{0.15}$$

$$CR = \frac{LvS + LvB + LvG}{LvB + LvG}$$

$$CR = \frac{1248cd/m^2 + 194cd/m^2}{194cd/m^2}$$

$$CR = 7.43$$

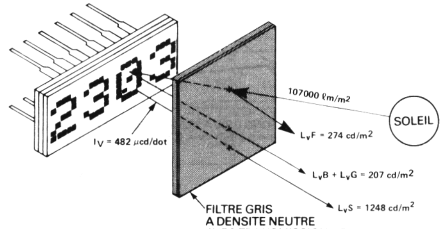
$$IDL = 5.81$$

Figure 40a - Indice de luminance - pas de réflectance de la face avant.

Exemple – Afficheur à matrice de points de DEL et filtre

Dans l'exemple ci-dessous, on utilise un afficheur alphanumérique à matrice de points, à DEL verte de 0,20 pouces (HDSP-2303) avec un filtre polarisant circulaire gris à densité neutre à couche optique de 0,25 %, présentant une transmission de 12 à 14 %, pour une lumière de 107000 lm/m² (10000 Fc). L'angle choisi pour l'analyse est égal à 30° par rapport à l'axe. Ceci représente l'angle maximal pour lequel les couches anti-réflexion présentent une efficacité correcte.

Dans les figures 40, 41 et 42, on a calculé les indices de luminance, de chrominance et de discrimination en fonction de trois conditions. Tout d'abord sans tenir compte de la réflectance de la face avant; ensuite, pour des conditions de vision typiques, dans lesquelles l'observateur n'est affecté que par la réflectance diffuse; enfin, dans les conditions de vision les plus défavorables, lorsque l'observateur est affecté à la fois par la réflectance diffuse et la réflectance spéculaire. Ces deux dernières conditions sont décrites et illustrées au paragraphe "Réflectance de la face avant." On constate que la valeur de chaque indice est réduite par la réflectance de la face avant. Si un ingénieur négligeait de tenir compte de la réflectance de la face avant dans ses calculs, il pourrait commettre une erreur à double titre. Tout d'abord il se peut qu'il pense



$$\text{CONTRASTE} = \frac{L_VS + L_VB + L_VG + L_VF}{L_VB + L_VG + L_VF} = 3{,}59$$

Réflectance diffuse de la face avant

$$IDL = \frac{\text{LOG CR}}{0.15}$$

$$CR = \frac{LvS + LvB + LvG + LvF}{LvB + LvG + LvF}$$

$$CR = \frac{1248cd/m^2 + 194cd/m^2 + 6.8cd/m^2}{194cd/m^2 + 6.8cd/m^2}$$

$$CR = 7.21$$

$$IDL = 5.72$$

Réflectance diffuse et spéculaire de la face avant.

$$IDL = \frac{\text{LOG CR}}{0.15}$$

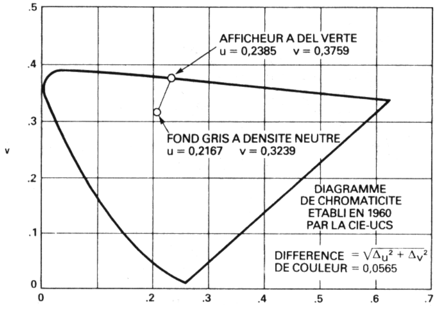
$$CR = \frac{LvS + LvB + LvG + LvF}{LvB + LvG + LvF}$$

$$CR = \frac{1248cd/m^2 + 207cd/m^2 + 274cd/m^2}{207cd/m^2 + 274cd/m^2}$$

$$CR = 3.59$$

$$IDL = 3.70$$

Figure 40b - Indice de luminance - Réflectance de la face avant.



COULEUR SUR LE SEGMENT = COULEUR DES DEL
FOND = REFLECTANCE SPECULAIRE 25 %
REFLECTANCE DIFFUSE 8 %

Pas de réflectance de la face avant

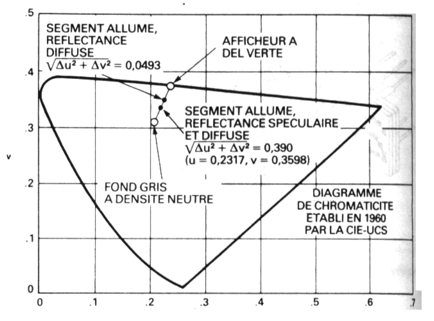
$$IDC = \frac{\sqrt{\Delta u^2 + \Delta v^2}}{0.027}$$

$$\sqrt{\Delta u^2 + \Delta v^2} = 0.0565$$

$$IDC = \frac{0.0565}{0.027}$$

$$IDC = 2.09$$

Figure 41a - Indice de chrominance - Pas de réflectance de la face avant.



COULEUR SUR LE SEGMENT = COULEUR DES DEL + COULEUR DES REFLEXIONS
FOND = REFLECTANCE SPECULAIRE 25 %,
REFLECTANCE DIFFUSE 8 %
FILTRE = REFLECTANCE SPECULAIRE 0,25 %,
REFLECTANCE DIFFUSE 0,02 %

Réflectance diffuse de la face avant.

$$IDC = \frac{\sqrt{\Delta u^2 + \Delta v^2}}{0.027}$$

$$\sqrt{\Delta u^2 + \Delta v^2} = 0.0493$$

$$IDC = \frac{0.0493}{0.027}$$

$$IDC = 1.83$$

Réflectance diffuse et spéculaire de la face avant.

$$IDC = \frac{\sqrt{\Delta u^2 + \Delta v^2}}{0.027}$$

$$\sqrt{\Delta u^2 + \Delta v^2} = 0.0390$$

$$IDC = \frac{0.0390}{0.027}$$

$$IDC = 1.44$$

Figure 41b - Indice de chrominance - Réflectance de la face avant.

obtenir un rapport de contraste de 7,43 : 1. Toutefois, lorsque l'on tient compte de la réflectance diffuse, le rapport de contraste est réduit à 7,23 : 1. Lorsqu'on tient compte à la fois de la réflectance diffuse et de la réflectance spéculaire, le taux de contraste est réduit de manière significative, à 3,59 : 1. Ensuite, il risque également de penser que la distance chromatique entre la DEL et le fond est égale à 0,0565. Toutefois, lorsqu'on tient compte de la désaturation due à la réflectance diffuse, la distance chromatique est réduite à 0,0493 ; lorsqu'on tient compte à la fois de la réflectance spéculaire et de la réflectance diffuse, la distance chromatique est réduite de manière plus significative encore, à 0,0390.
Enfin, lorsqu'on combine le taux de contraste et la distance chromatique pour obtenir l'indice de discrimination, les conséquences de la réflectance de la face avant apparaissent clairement. L'indice de discrimination sans réflectance de la face avant est égal à 6,18. Avec une réflectance diffuse de la face avant, il est égal à 6 ; enfin, lorsqu'on tient compte à la fois de la réflectance spéculaire et de la réflectance diffuse, il est égal à 3,97. Quoique 6 et 3,97 soient inférieurs à 6,18, ils représentent des valeurs plus réalistes de l'indice de discrimination perçu par l'œil.

(HDSP-2303 à 482 μcd/point)
Pas de réflectance de la face avant

IDL = 5.81

IDC = 2.09

$ID = \sqrt{5.81^2 + 2.09^2}$

ID = 6.18

Figure 42a - Indice de discrimination - Pas de réflectance de la face avant.

(HDSP-2303 à 482 μcd/point)
Réflectance diffuse de la face avant

IDL = 5.72

IDC = 1.83

$ID = \sqrt{5.72^2 + 1.83^2}$

ID = 6.00

(HDSP-2303 à 482 μcd/point)
Réflectance diffuse et spéculaire de la face avant

IDL = 3.70

IDC = 1.44

$ID = \sqrt{3.70^2 + 1.44^2}$

ID = 3.97

Figure 42b - Indice de discrimination - Réflectance de la face avant

FILTRES RECOMMANDES POUR LES AFFICHEURS A MATRICE DE POINTS (POLARISEURS CIRCULAIRES, VERRES A COUCHE OPTIQUE)

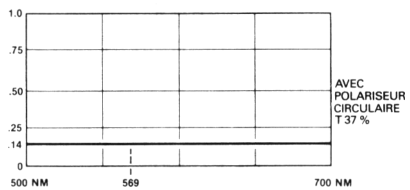
Pour déterminer les filtres recommandés aux ingénieurs concepteurs, on a modélisé trois afficheurs alphanumériques, vert, jaune et rouge haut rendement dans un programme d'ordinateur, de la même manière que dans l'exemple précédent. On a également modélisé divers filtres, constitués chacun d'un polariseur circulaire inséré entre du verre à couche optique, et calculé les indices de discrimination pour une lumière ambiante de 107000 lm/m² (10000 footcandles). Les figures 43, 44 et 45 résument les résultats correspondant à chacune des trois couleurs. Sur la base de la théorie de l'indice de discrimination et des observations réalisées chez Hewlett-Packard on peut suggérer l'utilisation des filtres suivants pour maximiser la lisibilité.

Pour les afficheurs verts, un filtre gris à densité neutre ou un filtre double passe-bande peuvent augmenter l'indice de discrimination (voir figure 43).

Un filtre gris à densité neutre avec une transmission de 14 % sur l'ensemble du spectre visible produit un indice de discrimination de 3,97.

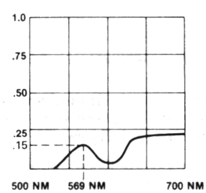
Pour augmenter la différence de chrominance entre la DEL éclairée et l'arrière plan en laissant passer la lumière réfléchie d'une longueur d'onde autre que celle de la DEL éclairée, on a également modélisé un filtre double passe-bande. Dans ce cas, on a obtenu un indice de chrominance de 3,87 par rapport à l'indice de chrominance de 1,44 obtenu avec un filtre gris de densité neutre. Ce filtre passe-bande laisse passer 30 % de la lumière émise par la DEL dans une bande passante de 20 nm (560-580 nm) et 60 % de la lumière ambiante rouge dans une bande passante de 40 nm (610-650 nm). L'indice de discrimination final est égal à 5,20.

INTENSITE=482 μ cd/point
LUMIERE AMBIANTE=107000 lum/m²
FILTRE=POLARISEUR CIRCULAIRE ET COUCHE OPTIQUE HEA (0,25 %)
REFLECTANCE=DIFFUSE ET SPECULAIRE A 30°



FILTRE GRIS A DENSITE NEUTRE, TRANSMISSION 14 %

IDL = 370
IDC = 1,44
ID = 3,97



DOUBLE-PASSE BANDE

IDL = 3,47
IDC = 3,87
ID = 5,20

Figure 43 - Afficheur alphanumérique vert de 0,20 pouces HDSP-2303

Pour les afficheurs jaunes, la combinaison d'un filtre gris à densité neutre et d'un filtre orange ou l'emploi d'un filtre gris à densité neutre permettent d'obtenir des valeurs d'indice de discrimination élevées (voir figure 44).

La valeur de l'indice de discrimination avec un filtre gris à densité neutre combiné avec un filtre orange, dont la transmission est égale à 11 % à la longueur d'onde crête de la DEL, est égale à 3,32; pour un filtre gris à densité neutre avec une transmission de 14 % sur l'ensemble du spectre visible, l'indice de discrimination est égal à 2,87. Parmi ces deux filtres, le filtre orange/gris à densité neutre utilisé avec un afficheur à DEL jaune produit les valeurs d'indice de discrimination et de chrominance les plus élevées. Une alternative, non représentée sur la figure 44, consiste à utiliser un filtre double passe-bande avec une transmission de 35 % entre 570 et 590 nm et une transmission de 60 % entre 630 et 660 nm. Quoique ce filtre permette d'obtenir des valeurs d'indice de discrimination plus élevées (3,81) on peut se demander si sa mise au point ne reviendrait pas trop cher, et si l'amélioration constatée serait significative.

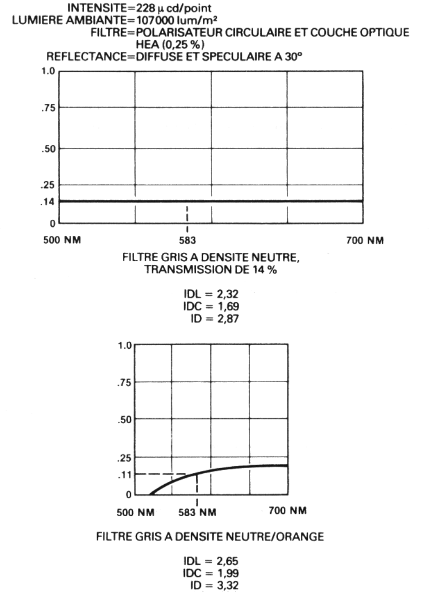


Figure 44 - Afficheur alphanumérique jaune de 0,20 pouces HDSP-2301

Pour les afficheurs rouges haut rendement, un filtre gris à densité neutre permet d'obtenir des valeurs d'indice de discrimination élevées (voir figure 45).

La figure 45 résume les indices de luminance, de chrominance et de discrimination obtenus avec un filtre gris à densité neutre (T 14 %), un filtre à longue bande passante (T 70 % à la longueur d'onde crête de la DEL) et un filtre double passe-bande (520 à 560 nm - T 50 %, 610 à 660 nm - T 30 %). L'indice de chrominance du filtre gris à densité neutre est égal à dix fois l'indice de chrominance du filtre rouge à grande longueur d'onde, et ce du fait que la couleur du fond de l'afficheur est fonction de sa réflectivité et de la longueur d'onde de la lumière réfléchie. Le fond gris des afficheurs alphanumériques réfléchit de la même manière toutes les longueurs d'onde de la lumière visible. Le filtre gris à densité neutre atténue également de la même manière toutes les longueurs d'onde de la lumière visible; par conséquent, le fond de l'afficheur conservera sa couleur grise originale. Ceci présente un avantage car l'importante différence de couleur entre le fond gris et la DEL rouge éclairée améliore la lisibilité. D'un autre côté, le filtre rouge à grande longueur d'onde n'atténue pas de la même manière toutes les fréquences de la lumière visible. Il ne laisse passer les longueurs d'onde que dans la région du rouge, ce qui fait paraître rouge le fond gris de l'afficheur. C'est pourquoi les filtres rouges parfaitement acceptables à l'intérieur sont difficiles à utiliser dans une lumière solaire vive, où il n'y aura que très peu de différence de couleur entre le fond rouge et la DEL rouge éclairée.

On a également programmé dans l'ordinateur un filtre double passe-bande théorique. On visait à créer une différence de chrominance plus importante entre l'élément éclairé et l'arrière plan en laissant passer plus de lumière réfléchie à une longueur d'onde autre que celle de la DEL éclairée. Dans ce cas, on a obtenu un indice de 6,50 par rapport à l'indice de chrominance de 5,62 obtenu avec un filtre gris à densité neutre. On peut réaliser ce filtre double passe-bande en plaçant un filtre pourpre (T 50 %) derrière un filtre gris de densité neutre (T 30 %).

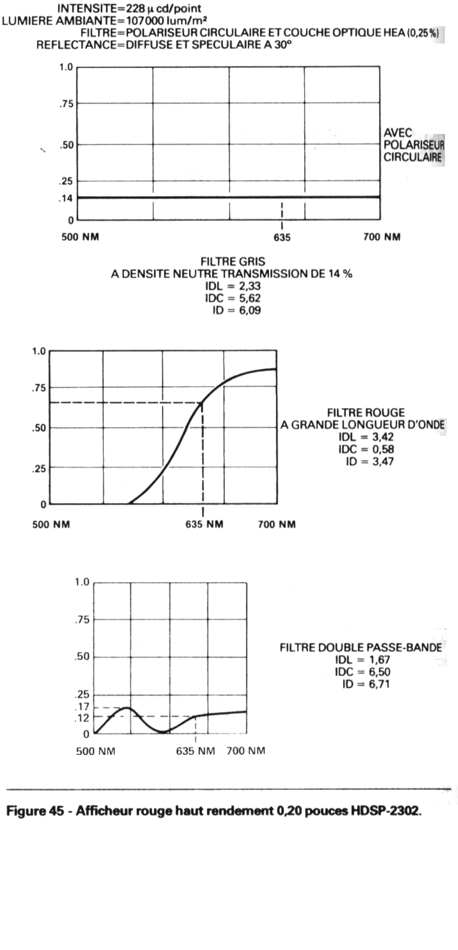


Figure 45 - Afficheur rouge haut rendement 0,20 pouces HDSP-2302.

CONCLUSIONS GENERALES

On a vu aux paragraphes précédents un certain nombre de recommandations qui s'appliquent spécifiquement aux afficheurs sept segments et aux afficheurs alphanumériques. Toutefois, lorsqu'on choisit un afficheur à DEL quelconque et un filtre, pour les utiliser dans une vive lumière solaire, il importe de suivre un certain nombre de recommandations générales. Vous trouverez dans les paragraphes suivants les quatre recommandations générales les plus importantes.

Réduire la réflectance de la face avant du filtre (voir figure 46)

C'est particulièrement important car, lorsqu'on réduit la réflectance de la face avant, on augmente l'indice de discrimination. Par exemple, un filtre de verre polarisant circulaire, à densité neutre et sans couche optique (T 14 %) avec une réflectance spéculaire de 4 % permettra d'obtenir un indice de discrimination de 0,82. Ce même filtre de verre, avec une couche optique de 0,45 % permettra d'obtenir un indice de discrimination de 3,23. D'autre part, le même filtre avec une couche optique de 0,25 % permet d'obtenir un indice de discrimination de 3,97, alors qu'un filtre à couche polarisante circulaire de qualité militaire de 0,10 % permettra d'obtenir un indice de discrimination de 4,86.

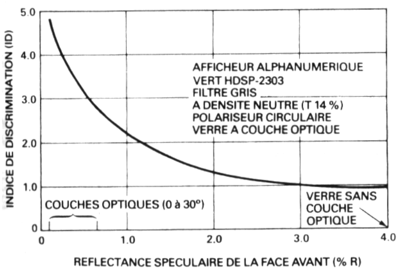


Figure 46 - Effet de la réduction de la réflectance de la face avant.

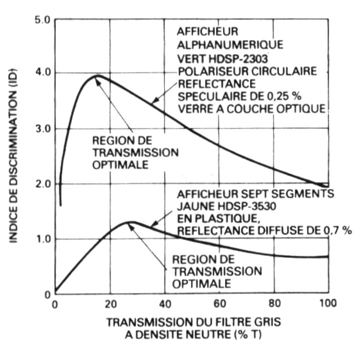


Figure 47 - Transmission optimale d'un filtre gris à densité neutre.

Pour une réflectance donnée de la face avant du filtre, on peut déterminer la transmission optimale d'un filtre gris à densité neutre (voir figure 47)

La transmission optimale d'un filtre gris à densité neutre dépend de la quantité de réflectance de la face avant du filtre, et de la réflectance des matériaux constituant le boîtier de l'afficheur. Par exemple, un filtre gris à densité neutre en plastique, avec une réflectance diffuse de 0,7 %, utilisé avec un afficheur sept segments jaune aura une transmission optimale de 18 à 23 %. Ceci permet d'obtenir un indice de discrimination de 1,31 pour un filtre avec une transmission de 23 %. Un filtre dont la transmission sera nettement plus faible (10 %) atténuera trop la lumière émise par l'afficheur, par rapport à la quantité de lumière réfléchie par la face avant, et l'indice de discrimination sera inférieur à 1,31. D'autre part, un filtre avec une transmission nettement supérieure (60 %) transmettra trop de lumière réfléchie par l'arrière plan, de sorte que l'indice de discrimination sera également inférieur à 1,31.
Un autre exemple : un filtre de verre, à couche optique, polarisant circulaire, gris et à densité neutre, avec une couche anti-réflexion de 0,25 %, utilisé avec un afficheur alphanumérique vert aura une transmission optimale de 10 à 14 %. Ceci entraîne un indice de discrimination de 3,97 pour un filtre avec une transmission de 14 %. Si la transmission du filtre est nettement inférieure (6 %) cela atténuera trop la lumière émise par l'afficheur par rapport à la quantité de lumière émise par la face avant, et l'indice de discrimination sera inférieur à 3,97. D'autre part, un filtre dont la transmission sera nettement supérieure (40 %) transmettra trop de lumière réfléchie par l'arrière plan, aussi l'indice de discrimination sera-t-il également inférieur à 3,97.

Réduire autant que possible la lumière ambiante incidente (voir figure 48).

Comme le montre la figure 48, lorsqu'on réduit la lumière ambiante, on augmente l'indice de discrimination. Par exemple, pour une lumière ambiante de 107 000 lm/m², la lumière réfléchie par le fond dans le cas d'un afficheur sept segments à corps gris sera égale à 721 cd/m², la lumière réfléchie par le filtre plastique à 681 cd/m² et l'indice de discrimination à 1,31. Si l'on diminue la lumière ambiante à 50 000 lm/m², la lumière réfléchie par le fond sera réduite à 337 cd/m², la lumière réfléchie à 318 cd/m² et l'indice de discrimination augmentera à 2,29.

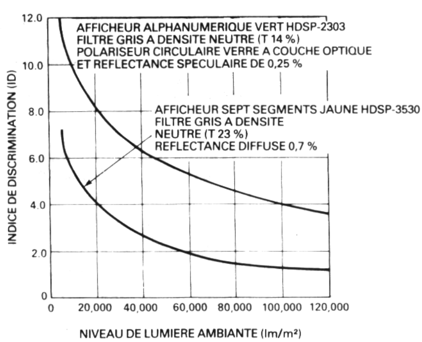


Figure 48 - Effet de la réduction de l'éclairage ambiant.

Un second exemple : pour une lumière ambiante de 107000 lm/m² la lumière réfléchie par le fond d'un afficheur alphanumérique sera égale à 207 cd/m², la lumière réfléchie par le filtre à couche optique à 274 cd/m², et l'indice de discrimination à 3,97. Si l'on diminue la lumière ambiante à 70000 lm/m², la lumière réfléchie par le fond sera réduite à 135 cd/m², la lumière réfléchie par le filtre à 180 cd/m² et l'indice de discrimination augmentera à 4,91.

Les DEL rouges haut rendement permettent d'obtenir les valeurs d'indice de discrimination les plus élevées (voir figure 49).

Pour des afficheurs sept segments rouge haut rendement, jaune et vert d'intensité typique, tous filtrés avec un filtre gris à densité neutre avec une transmission de 23 %, la valeur de l'indice de discrimination sera 3,21 pour le rouge haut rendement, 1,31 pour le jaune et 1,10 pour le vert. La différence des indices de discrimination est due à la différence des indices de chrominance. L'indice de chrominance d'un afficheur rouge haut rendement est trois fois supérieur à l'indice de chrominance d'un afficheur jaune. Ceci est clairement démontré par le diagramme de chromaticité établi en 1960 par la CIE (voir figure 21). Sur ce diagramme, la distance chromatique entre le fond gris de densité neutre et une DEL rouge est environ trois fois supérieure à la distance chromatique entre un fond gris de densité neutre et une DEL jaune.

De la même manière, pour des afficheurs alphanumériques rouge haut rendement, jaune, et vert d'intensité typique, tous filtrés avec un filtre à couche optique, polarisant circulaire d'une transmission de 14 %, la valeur de l'indice de discrimination est 6,09 pour le rouge haut rendement, 2,87 pour le jaune et 3,97 pour le vert. C'est à nouveau l'afficheur haut rendement qui présente l'indice de chrominance le plus élevé, suivi respectivement par l'afficheur jaune et l'afficheur vert. Dans ce cas, l'indice de discrimination de l'afficheur vert est plus grand que celui de l'afficheur jaune, du fait de la sortie de lumière supérieure des DEL vertes.

AFFICHEURS SEPT SEGMENTS DE 0,3 POUCES

lumière ambiante : 107000 lm/m²
filtre : gris à densité neutre en plastique (T 23 %)
réflectance du filtre 0,7 %
Réflectance : uniquement diffuse spéculaire

Couleur de la DEL	Intensité du dispositif	Réflectance de l'arrière plan	Indice de luminance	Indice de chrominance	Indice de discrimination
Rouge haut rendement	6,3 mcd/seg	12 %	0,96	3,10	3,21
Jaune	6,3 mcd/seg	12 %	0,99	0,85	1,31
Verte	4,5 mcd/seg	7 %	0,98	0,50	1,10

AFFICHEURS SEPT SEGMENTS DE 0,20 POUCES

lumière ambiante : 107000 lm/m²
filtre : gris à densité neutre en verre (T 14 %)
polariseur circulaire, verre à couche optique (réflectance spéculaire de 0,25 %)
Réflectance : diffuse et spéculaire à 30°

Couleur de la DEL	Intensité du dispositif	Indice de luminance	Indice de chrominance	Indice de discrimination
Rouge haut endement	228 μcd/point	2,33	5,62	6,09
Jaune	228 μcd/point	2,32	1,69	2,87
Verte	482 μcd/point	3,70	1,44	3,97

Figure 49 - Comparaison d'afficheurs rouge haut rendement, jaune et vert à des niveaux d'intensité typiques.

FABRICANTS SPECIFIQUES DE FILTRES A DENSITE NEUTRE EN PLASTIQUE ET EN VERRE

Vous trouverez au tableau 7 la liste des différents filtres à densité neutre pouvant être utilisés avec les afficheurs à DEL HP pour application en lumière solaire. Pour un contraste accru, on peut combiner les filtres à densité neutre avec certains des filtres traditionnels indiqués au tableau 4. Par exemple, un filtre ambre combiné avec un filtre à densité neutre peut améliorer le contraste de chrominance. En outre, le tableau 8 indique les afficheurs HP spécifiquement conçus pour des applications en lumière solaire.

Tableau 7. Liste des filtres à densité neutre utilisables avec les afficheurs à DEL pour applications en lumière solaire.

Produit	Fabricant
H100-1266 gris H100-1250 gris H100-1230 bronze (plastique)	SGL HOMALITE 11 Brookside Drive Wilmington, DE 19804 (302) 652-3686
Plexiglas® 2074 gris 2370 bronze 2538 gris (plastique)	Rohm and Hass Independence Mall West Philadelphia, PA 19105 (215) 392-3000
Spectrafilter® Gris 105 (plastique)	Chequers Engraving, Ltd. 1-4 Christina Street, London EC2A 4PA 01-739-6964/5
Panel Film ® Light Control Film® (à volet) ND0210 50 % gris ND0220 27 % gris (plastique)	3M-Company Industrial Optics Carbonless, Related Products 225-35 3M Center St. Paul, MN 55144 (612) 733-4403
Chromafilter® Gris 15 Gris 10 (plastique)	Panelgraphic Corporation 10 Henderson Drive West Caldwell, NJ 07006 (201) 277-1500
Verre à couche optique HEA® Couche anti-réflexion double face (verre)	Optical Coating Laboratories, Inc. 2789 Northpoint Parkway Santa Rosa, CA 95401-7397 (707) 545-6440
Verre à couche optique avec polariseur circulaire HNCP10 gris (verre et plastique) HACP15 Ambre/gris avec polariseur circulaire (plastique)	Polaroid Corporation Technical Polarizer Division 1 Upland Road Norwood, MA 02062 (617) 769-6800
Verre à couche optique avec polariseur circulaire Fabriqué à la demande.	Liberty Mirror Division of Libbey-Owens-Ford Company Brakenridge, PA 15014 (412) 224-1800
	Precision Glass Laminations 324 Yolando Santa Rosa, CA 95404 (707) 528-9070
	Marks Polarized 153-16 10th Avenue Whitestone, NY 11357 (212) 767-9600

Tableau 8. Afficheurs Hewlett-Packard pour applications en lumière solaire.

Afficheur	Dimension	Référence
Afficheurs sept segments	0,3 pouces	Série HDSP-7400, 7500, 7800
	0,3 pouces	Série HDSP-3530, 3600, 4030
	0,43 pouces	Série HDSP-3730, 4600, 4130
	0,56 pouces	Série HDSP-5530, 5600, 5730
	0,80 pouces	Série HDSP-3900, 8600, 4200
Afficheurs alpha-numériques	0,15 pouces	Série HDSP-2000
	0,20 pouces	Série HDSP-2300
	0,27 pouces	Série HDSP-2490
DEL ultra-lumineuse	T13/4	HLMP-3750, 3850, 3950
	T13/4	HLMP-3390, 3490, 3590
	Lo-Dome T-1	HLMP-1349, 1440, 1540

Notes et références

1. Galves, Jean-Pierre, Brun, Jean. *Color and Brightness Requirements for Cockpit Displays : Proposal to Evaluate their Characteristics.* Twenty-ninth Agard Avionics Panel Technical Meeting.
2. *IES Lighting Handbook,* 5th ed., IES, New York, 1972.
3. Wysecki, Gunter, Stiles W.S. *Color Science Concepts and Methods.* Quantitative Data and Formulas, 1967. Chpt. 1, pp. 1-43.
4. Galves, op. cit.
5. Evans, Dave. *Sunlight Viewable Displays,* Optoelectronics. Applications Manual, Section II. 1977 Hewlett-Packard Company.
6. Galves, op. cit., p. 4.
7. Galves, op. cit., p. 5.
8. Judd, D.B. *Estimation of Chromaticity Differences and Nearest Color Temperature on the Standard 1931 (ICI) Colorimetric Coordinate System,* J. Opt. Soc. Am. pp. 421-426 (1936).
9. Hurvich, Leo. *Color Vision,* 1981, p. 292.
10. Merik, Boris. *Light and Color Measurements of Small Light Sources* General Electric., 1968. p. 97.
11. *For Color Television Cameras with Three Receptors,* Journal of the SMPTE, Volume 77, February 1968. pp. 108-115.
12. Galves, op. cit., p. 5.
13. Kowalski, P. *Equivalent Luminances of Colors,* Journal of the Optical Society of America, Vol. 59 No. 2, February 1969 p. 129.

ANNEXE A

Pour calculer le rapport de contraste d'un afficheur, on a utilisé les intégrales suivantes :

$LvS = 1/A \int \ell(\lambda)\bar{Y}(\lambda)T_1(\lambda)T_G(\lambda)d\lambda$

LvOFF = LvOFF Spéculaire + LvOFF Diffuse

LvOFF Spéculaire $= \int [S_B(\lambda)\bar{Y}(\lambda)R_S(\lambda)T_G(\lambda)^2 + S_B(\lambda)\bar{Y}(\lambda)R_{GS}(\lambda)] T_1(\lambda)T_2(\lambda)d\lambda$

LvOFF Diffuse $= 1/\pi \int [S_B(\lambda)\bar{Y}(\lambda)R_D(\lambda) T_G(\lambda)^2 + S_B(\lambda)\bar{Y}(\lambda) R_{GD}(\lambda)]T_1(\lambda)^2 d\lambda$

LvB = LvOFF pour les besoins du programme

LvF = LvFspéculaire + LvFdiffuse

LvFspéculaire $= \int S_B(\lambda)\bar{Y}(\lambda)R_{FS}(\lambda)d\lambda$

LvFdiffuse $= 1/\pi \int S_B(\lambda)\bar{Y}(\lambda)R_{FD}(\lambda)d\lambda$

Pour les afficheurs sept segments uniquement :

LvOFF spéculaire et LvF spéculaire sont ignorées

$T_G(\lambda) = T_2(\lambda) = 1$

$R_S(\lambda) = R_{GS}(\lambda) = R_{GD}(\lambda) = R_{FS}(\lambda) = 0$

Pour les afficheurs alphanumériques uniquement :

$T_G(\lambda)$ = Transmission de la fenêtre de verre.
$T_2(\lambda)$ = Transmission de la lumière polarisée par le filtre.
$R_S(\lambda)$ = Réflectance spéculaire de la lumière ambiante à partir de l'élément.
$R_{GS}(\lambda)$ = Réflectance spéculaire de la fenêtre de verre.
$R_{GD}(\lambda)$ = Réflectance diffuse de la fenêtre de verre.
$R_{FS}(\lambda)$ = Réflectance spéculaire de la face avant du filtre.

Pour les afficheurs sept segments et alphanumériques :

A = Surface de l'élément électro-luminescent.
$\ell(\lambda)$ = Spectre radiométrique de la DEL.
$\bar{Y}(\lambda)$ = Courbe de réponse photopique établie en 1931 par la CIE.
$T_1(\lambda)$ = Transmission de la lumière non polarisée par le filtre.
$S_B(\lambda)$ = Spectre de la source lumineuse B de la CIE – lumière solaire à midi, 4870° K
$R_D(\lambda)$ = Réflectance diffuse de la lumière ambiante à partir de l'élément.
$R_{FD}(\lambda)$ = Réflectance diffuse de la face avant du filtre.

ANNEXE B

Pour calculer les coordonnées de chromaticité x, y d'un élément éclairé et du fond, on a utilisé les intégrales suivantes :

$$X_\ell = 1/A \int \frac{K(\lambda)}{\bar{Y}(\lambda)} \bar{X}(\lambda)d\lambda \qquad Y_\ell = LvS$$

$$X_b = X_{off} = \int \frac{m(\lambda) + n(\lambda)}{\bar{Y}(\lambda)} \bar{X}(\lambda)d(\lambda \qquad Y_b = Y_{off} = LvOFF + LvF$$

où $\bar{X}(\lambda)$ = Fonction de pondération Tristimulus établie en 1931 par la CIE.
$\bar{Y}(\lambda)$ = Courbe de réponse photopique établi en 1931 par la CIE.

$K(\lambda) = \ell(\lambda)\bar{Y}(\lambda)T_1(\lambda)T_G(\lambda)$

$m(\lambda) = [S_B(\lambda)\bar{Y}(\lambda)R_S(\lambda)T_G(\lambda)^2 + S_B(\lambda)\bar{Y}(\lambda)R_{GS}(\lambda)] T_1(\lambda)T_2(\lambda) + 1/\pi [S_B(\lambda)\bar{Y}(\lambda)R_D(\lambda)T_G(\lambda)^2 + S_B(\lambda)\bar{Y}(\lambda)R_{GD}(\lambda)]T_1(\lambda)^2$

$n(\lambda) = S_B(\lambda)\bar{Y}(\lambda)[R_{FS}(\lambda) + 1/\pi R_{FD}(\lambda)]$

Coordonnées de chromaticité

$$x_\ell = \frac{X_\ell}{X_\ell + Y_\ell} \qquad y_\ell = \frac{Y_\ell}{X_\ell + Y_\ell}$$

$$x_b = x_{off} = \frac{X_b}{X_b + Y_b} \qquad y_b = y_{off} = \frac{Y_b}{X_b + Y_b}$$

Enfin, les coordonnées de chromaticité x, y sont converties selon le système de coordonnées (U, V) établi en 1960 par la CIE.

$$u = \frac{4x}{(12y - 2x + 3)} \qquad v = \frac{6y}{(12y - 2x + 3)}$$

HEWLETT PACKARD

NOTE D'APPLICATIONS 1016

Utilisation de la famille d'Afficheurs Alphanumériques HDSP-2000

INTRODUCTION

L'afficheur alphanumérique HDSP-2000, introduit pour la première fois en 1975, a fait l'objet d'applications très diverses. Il a été conçu à l'origine pour des applications commerciales, industrielles, d'instrumentation et de matériel de bureau. Cependant, l'introduction de dispositifs rouges haut rendement, jaunes et verts hautes performances, et de différentes tailles a ouvert une multitude de nouvelles applications pour cette famille d'afficheurs. Les dispositifs rouges haut rendement, jaunes et verts hautes performances utilisent des DEL au phosphure de gallium (GaP). Les afficheurs au GaP sont lisibles en éclairage direct par lumière solaire, avec des techniques d'amélioration de contraste appropriées. Pour cette raison, les afficheurs de la famille HDSP-2000 ont fait l'objet de diverses applications en avionique ainsi que dans des circuits de contrôle. Ces afficheurs de la famille HDSP-2000 sont disponibles en trois hauteurs de caractères : 3,8 mm, 4,9 mm et 6,9 mm, pour permettre à l'utilisateur d'obtenir un compromis optimal entre un encombrement minimal et une bonne lisibilité à grande distance. Des afficheurs alphanumériques appartenant à la famille HDSP-2000 sont disponibles avec un boîtier parfaitement hermétique et une gamme de température de fonctionnement de − 55 °C à +85 °C, ce qui leur confère une fiabilité incontestable dans les applications militaires ou aérospatiales.

Cette note se propose de servir de guide de conception et d'application pour les utilisateurs d'afficheurs alphanumériques de la famille HDSP-2000. Les renseignements présentés portent sur les points suivants : théorie de la conception et du fonctionnement des dispositifs, considérations relatives à des circuits spécifiques, aspects thermiques, réduction de puissance et dissipation de la chaleur et techniques de modulation d'intensité.

La famille HDSP-2000 a été conçue pour procurer un sous-système d'affichage d'information à haute résolution. Chacun des 4 caractères du boîtier consiste en une matrice de DEL 5 × 7 qui peut afficher une gamme complète de caractères alphabétiques et numériques, la ponctuation, des symboles mathématiques ou d'autres symboles spéciaux. Cette famille est disponible en quatre couleurs : rouge standard, rouge haut rendement, jaune et vert hautes performances.

Le tableau 1 donne la hauteur des caractères, l'écartement entre ceux-ci, la couleur et le numéro de référence de chaque membre de la famille d'afficheurs HDSP-2000. La taille globale des boîtiers est conçue de façon à permettre d'aligner bout à bout des groupes de boîtiers pour former des chaînes de caractères d'une longueur quelconque.

DESCRIPTION ELECTRIQUE

Les circuits électroniques incorporés dans la famille d'afficheurs HDSP-2000 éliminent un certain nombre de difficultés classiques associées à l'utilisation d'afficheurs alphanumériques. Les afficheurs à matrice de points à DEL à un seul chiffre sont traditionnellement organisés en une matrice adressable en x-y exigeant 12 broches d'interconnexion par chiffre, plus des circuits électroniques additionnels permettant la commande en courant des lignes et des colonnes. Chaque membre de la famille d'afficheurs HDSP-2000 comporte un circuit d'enregistrement de données de lignes décodées ainsi que des étages pilotes délivrant un courant constant pour chacune des 28 lignes dans l'afficheur à 4 caractères. Cette technique permet à l'utilisateur d'adresser chaque afficheur en utilisant seulement 11 interconnexions actives, au lieu des 176 interconnexions et des 36 composants nécessaires pour remplir une fonction similaire si l'on utilise des matrices de DEL classiques.

La figure 1 est un schéma synoptique des circuits internes de l'afficheur HDSP-2000. Le dispositif comprend quatre matrices de DEL et deux registres à décalage à entrée série et sortie parallèle à 14 bits. La matrice de DEL pour chaque caractère consiste en un réseau de 5 × 7 diodes, disposées de telle façon que sont connectées en commun les anodes de chaque colonne et les cathodes de chaque ligne. Les 7 cathodes communes à chacune des lignes de chaque caractère sont connectées aux 7 étages successifs du registre à décalage. Les colonnes correspondantes des 4 caractères sont connectées ensemble et amenées à une seule broche d'adresse (c'est-à-dire que la colonne 1 de l'ensemble des 4 caractères est connectée à la broche 1, etc.). De cette manière, on peut adresser n'importe quelle diode dans les quatre matrices 5 × 7 en décalant des données vers la position de registre à décalage appropriée et en appliquant une tension à la colonne appropriée.

Le registre à décalage à entrée série et sortie parallèle (SIPO) comporte, pour chaque étage du registre, une sortie qui délivre un courant constant. Cette sortie à courant constant excite chaque DEL avec un courant de crête nominal de 12 à 14 mA. L'étage de sortie est un circuit miroir de courant avec un gain en courant nominal de 10. Un "1" logique chargé dans chaque bit du registre à décalage met en fonction la source de courant correspondante, à condition qu'un "1" logique soit appliqué à l'entrée d'effacement, V_B. Si la tension V_{COL} est appliquée à l'entrée de colonne appropriée, la diode électroluminescente correspondante est éclairée. Du fait que les étages pilotes de ligne ont une sortie à courant constant, le courant des DEL

Tableau 1 - Famille d'afficheurs alphanumériques HDSP-2000

Dispositif	Couleur	Hauteur des caractères	Ecartement des caractères	Température de fonctionnement
HDSP-2000	Rouge standard	3,8 mm	4,5 mm	− 20 °C à + 85 °C
HDSP-2001	Jaune	3,8 mm	4,5 mm	− 20 °C à + 85 °C
HDSP-2002	Rouge haut rendement	3,8 mm	4,5 mm	− 20 °C à + 85 °C
HDSP-2003	Vert hautes performances	3,8 mm	4,5 mm	− 20 °C à + 85 °C
HDSP-2300	Rouge standard	4,9 mm	5 mm	− 20 °C à + 85 °C
HDSP-2301	Jaune	4,9 mm	5 mm	− 20 °C à + 85 °C
HDSP-2302	Rouge haut rendement	4,9 mm	5 mm	− 20 °C à + 85 °C
HDSP-2303	Vert hautes performances	4,9 mm	5 mm	− 20 °C à + 85 °C
HDSP-2490	Rouge standard	6,9 mm	8,9 mm	− 20 °C à + 85 °C
HDSP-2491	Jaune	6,9 mm	8,9 mm	− 20 °C à + 85 °C
HDSP-2492	Rouge haut rendement	6,9 mm	8,9 mm	− 20 °C à + 85 °C
HDSP-2493	Vert hautes performances	6,9 mm	8,9 mm	− 20 °C à + 85 °C
HDSP-2010	Rouge standard	3,8 mm	4,5 mm	− 40 °C à + 85 °C
HDSP-2310	Rouge standard	4,9 mm	5 mm	− 55 °C à + 85 °C
HDSP-2311	Jaune	4,9 mm	5 mm	− 55 °C à + 85 °C
HDSP-2312	Rouge haut rendement	4,9 mm	5 mm	− 55 °C à + 85 °C
HDSP-2450	Rouge standard	6,9 mm	8,9 mm	− 55 °C à + 85 °C
HDSP-2451	Jaune	6,9 mm	8,9 mm	− 55 °C à + 85 °C
HDSP-2452	Rouge haut rendement	6,9 mm	8,9 mm	− 55 °C à + 85 °C

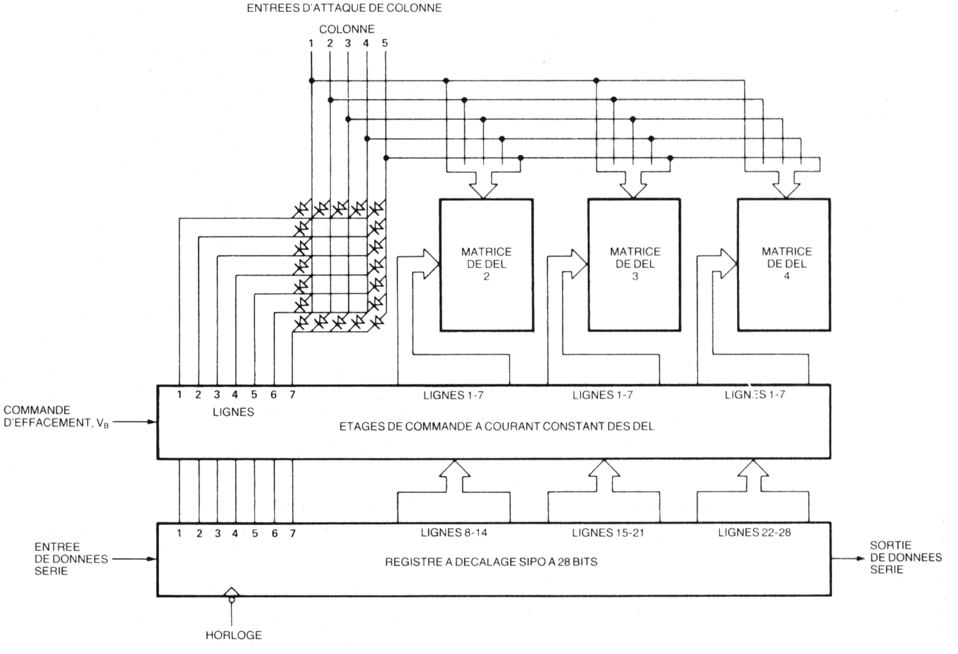


Figure 1. Schéma synoptique

demeure constant aussi longtemps que la tension de l'entrée de colonne dépasse 2,4 V pour des dispositifs rouges standard et 2,75 V pour des dispositifs rouges haut rendement, jaunes et verts hautes performances.

Les données sont chargées en série dans le registre à décalage sur le front descendant du signal d'horloge. Lorsque les données sont chargées dans l'afficheur, le courant de colonne doit être bloqué pour minimiser la génération de "pics sur courant" entre V_{CC}, les colonnes et la masse. Le bruit d'alimentation résultant pourrait induire des parasites sur les entrées d'horloge et de données. On peut bloquer le courant de colonne soit en mettant hors fonction les étages pilotes de colonne, soit en appliquant un "0" logique à l'entrée d'effacement.

La borne de sortie de données est une interface tampon TTL avec le 28e bit du registre à décalage (c'est-à-dire la septième ligne du caractère 4 dans chaque boîtier). La sortie de données peut être interconnectée directement à l'entrée de données d'un afficheur HDSP-2000 à 4 chiffres successifs. Les entrées de données, d'horloge et V_B comportent toutes des tampons (buffers) permettant une connexion directe avec n'importe quelle famille logique TTL.

FONCTIONNEMENT DU SYSTEME

Les systèmes d'affichage alphanumériques à matrice de points ont généralement une organisation logique qui fait que tout caractère doit être généré par une combinaison de plusieurs sous-ensembles de données. Dans une matrice 5 × 7, cette combinaison pourrait consister en 5 sous-ensembles de 7 bits chacun ou en 7 sous-ensembles de 5 bits chacun. On utilise cette technique pour réduire de 35 à 5 ou 7 le nombre de sorties exigées pour le générateur de caractères. Pour afficher un caractère complet, on présente ensuite séquentiellement ces sous-ensembles de données aux positions appropriées de la matrice d'affichage. Si l'on répète ce processus à une cadence telle que chaque position de matrice appropriée soit excitée au moins 100 fois par seconde, l'œil percevra une image continue du caractère entier. L'intensité apparente de chacun des éléments d'affichage sera égale à l'intensité de cet élément pendant la durée à l'état excité, multipliée par le rapport entre la durée de l'état excité et la période de rafraîchissement. Ce rapport est ce qu'on appelle le rapport cyclique de l'afficheur et la technique est appelée multiplexage. Dans le cas du HDSP-2000, chaque caractère est formé par 5 sous-ensembles de 7 bits. Pour un afficheur à quatre caractères, 28 bits représentant le premier sous-ensemble de chacun des quatre caractères, sont chargés en série dans le registre à décalage SIPO de l'afficheur, puis la première colonne est excitée pendant une durée T. On répète ensuite ce processus pour les colonnes 2 à 5. Si l'on désigne par t le temps nécessaire pour charger les 28 bits dans le registre à décalage SIPO, le rapport cyclique est :

$$R.C. = \frac{T}{5(t + T)} \qquad (1)$$

et le terme 5(t + T) est alors la période de rafraîchissement. Pour obtenir un affichage satisfaisant, la période de rafraîchissement doit se présenter sous la forme :

$$1/[5(t + T)] \geqslant 100 \text{ Hz} \qquad (2)$$

ou réciproquement :

$$5(t + T) \leqslant 10 \text{ ms} \qquad (3)$$

ce qui donne :

$$(t + T) \leqslant 2 \text{ ms} \qquad (4)$$

On peut faire varier de façon continue la moyenne temporelle de l'intensité lumineuse de l'affichage sur une plage de plus de 1000 à 1 en interrompant ou en effaçant l'affichage avant le chargement de nouvelles données dans le registre à décalage SIPO. Si l'on désigne par T_B la durée pendant laquelle l'affichage est effacé, le rapport cyclique de l'affichage devient :

$$R.C. = \frac{T}{5(t + T + T_B)} \qquad (5)$$

avec :

$$(t + T + T_B) \leqslant 2 \text{ ms}$$

PRINCIPES DES CIRCUITS DE COMMANDE

Un système d'affichage pratique utilisant la famille d'afficheurs HDSP-2000 doit être associé à un générateur de caractères, une mémoire de rafraîchissement et des circuits d'horloge. La figure 2 représente le schéma synoptique d'un tel système d'affichage. Ce circuit assure l'enregistrement des données sous forme ASCII et leur décodage, la cadence de rafraîchissement étant de 100 Hz. Sur cette figure, la longueur de l'affichage est de N caractères et le caractère d'affichage qui se trouve à l'extrême gauche est désigné par "caractère 1", celui qui se trouve à l'extrême droite de l'affichage est désigné par "caractère N". Le rafraîchissement est effectué par une série de compteurs.

Le compteur diviseur par N accède séquentiellement à N symboles d'information codés dans la mémoire vive N × 7. On notera que, pour la configuration normale des afficheurs HDSP-2000, le caractère 1 est le caractère d'extrême gauche, le caractère 4 est le caractère d'extrême droite et le registre à décalage décale les données de la gauche vers la droite. Par conséquent, le symbole qui correspond au caractère N est décodé en premier, suivi par le symbole correspondant au caractère (N − 1) et le symbole correspondant au caractère 1 est décodé en dernier.

Chaque symbole d'information codé est lu dans la mémoire vive N × 7 et décodé par un décodeur 5 × 7. On peut sélectionner le décodeur de façon qu'il décode des caractères ASCII, EBDIC ou n'importe quel jeu de caractères personnalisé. Dans cet exemple, le décodeur ASCII est organisé en 128 × 7 mots de 5 bits chacun. L'information de symbole ASCII et de sélection de ligne est appliquée au décodeur et ce dernier émet une information pour l'ensemble des 5 colonnes, pour la ligne et le symbole sélectionnés.

Le compteur diviseur par 7 accède séquentiellement à l'ensemble des sept lignes de chaque symbole ASCII. On notera que la ligne 7 doit être décodée en premier, suivie de la ligne 6, la ligne 1 étant décodée en dernier. On utilise le compteur diviseur par M pour charger périodiquement de nouvelles données série dans l'afficheur HDSP-2000. Pendant un intervalle de comptage, l'horloge d'affichage est validée et 7N bits de données série sont chargés dans l'afficheur. Ces données sont affichées pendant les (M − 1) intervalles de temps restants. Le rapport cyclique du circuit de la figure 2 est donc :

$$R.C. = \frac{(M - 1)}{5M} = 0{,}20\,(1 - M^{-1}) \qquad (6)$$

Le compteur diviseur par 5 rafraîchit séquentiellement l'ensemble des 5 colonnes de l'afficheur. Les sorties du compteur diviseur par 5 sont connectées à un multiplexeur de données qui sélectionne l'un des 5 signaux de sortie du décodeur ASCII et le charge dans l'entrée de données de la chaîne d'afficheurs HDSP-2000. Le compteur diviseur par 5 valide également l'un des 5 transistors de commande de colonne. On notera que l'affichage est effacé au moyen de l'entrée V_B et qu'en outre les transistors de commande de colonne sont bloqués pendant que de nouvelles données sont chargées dans la chaîne d'afficheurs HDSP-2000. Ceci élimine les forts courants transitoires susceptibles de cir-

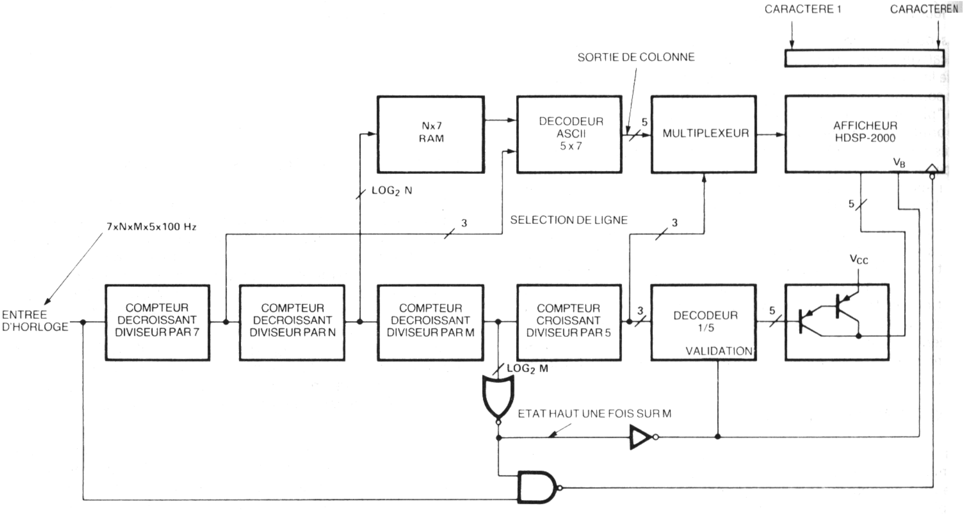


Figure 2. Schéma synoptique du circuit.

culer entre les entrées de colonne et la masse, pendant l'opération de décalage des données.

Les données sont chargées pour toutes les colonnes semblables dans la chaîne d'afficheurs et ces colonnes sont ensuite validées simultanément. Cinq transistors de commutation de colonne sont donc nécessaires, indépendamment du nombre de caractères dans la chaîne. On doit sélectionner les transistors de commutation de colonne pour qu'ils acceptent 105 à 130 mA par caractère dans la chaîne d'afficheurs. On doit choisir les caractéristiques de tension de saturation collecteur-émetteur et la tension d'alimentation de colonne de façon à avoir 2,4 V $\leq V_{COL} \leq V_{CC}$ pour les afficheurs rouges standard et 2,75 V $\leq V_{COL} \leq V_{CC}$ pour les afficheurs rouges haut rendement, jaunes et verts hautes performances. Pour améliorer le rendement et réduire le coût de l'alimentation, celle-ci peut fournir une tension continue redressée à double alternance et non régulée, à condition que la valeur de crête ne dépasse pas la valeur de V_{CC} et ne soit pas inférieure à 2,4 V ou 2,75 V (selon la couleur de l'afficheur).

Les figures 13 et 16 montrent des réalisations pratiques du schéma synoptique représenté à la figure 2. Dans ces circuits, l'afficheur est monté en position "inversée", ce qui a pour résultat de positionner la broche 1 dans l'angle supérieur droit. Avec cette technique, on charge des données dans le caractère d'affichage N et les données se décalent de la droite vers la gauche au fur et à mesure du chargement de nouvelles données. Le premier bit chargé dans l'afficheur correspond à la ligne 1, caractère 1, puis il est suivi du bit correspondant à la ligne 2, etc., et le dernier bit chargé correspond à la ligne 7 du caractère N. Ceci permet de réaliser les compteurs diviseurs par 7, par N et par M sous forme de compteurs en sens croissant au lieu de décroissant. Du fait que l'afficheur est "inversé", la colonne 5 de l'afficheur devient la colonne 1 et la colonne 4 de l'afficheur devient la colonne 2. On doit donc charger dans l'afficheur les données de colonne 1 et on doit valider ensuite la colonne 5. On effectue ceci en inversant l'ordre des sorties du décodeur 5 × 7. Les sorties D_0, D_1, D_2, D_3 et D_4 du décodeur MCM 6674 fournissent respectivement l'information de la colonne 5, de la colonne 4, de la colonne 3, de la colonne 2 et de la colonne 1.

COMMENT ASSOCIER L'AFFICHEUR HDSP-2000 A DES MICROPROCESSEURS

Du fait de la complexité liée au traitement d'une information alphanumérique, un système à microprocesseur est utilisé en association avec les afficheurs de la famille HDSP-2000. Selon la configuration d'ensemble du système, le temps du microprocesseur disponible pour contribuer aux opérations d'affichage et le type d'information à afficher, on peut choisir un nombre de techniques différentes de répartition des fonctions pour commander un tel afficheur.

La figure 3 montre quatre techniques différentes pour réaliser l'interface entre les afficheurs de la famille HDSP-2000 et des systèmes à microprocesseur :

1. Le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT interrompt le microprocesseur à une cadence de 500 Hz pour rafraîchir les données de l'afficheur.
2. Le CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES accepte des données en matrice 5 × 7 du microprocesseur et rafraîchit ensuite automatiquement l'affichage avec la même information jusqu'à ce que le microprocesseur fournisse de nouvelles données.
3. Le CONTROLEUR DE DONNEES CODEES accepte des données ASCII et est associé au microprocesseur comme une mémoire vive.
4. Le CONTROLEUR D'AFFICHAGE A MICROPROCESSEUR (monopuce série HDSP-247X) utilise un microprocesseur spécial, pour l'interface d'affichage de commande et de clavier de données. Il possède un grand nombre des caractéristiques d'un terminal complet.

Les techniques d'interface présentées sont spécifiques aux familles de microprocesseurs 8080A ou 6800. L'extension de ces techniques à d'autres processeurs ne devrait consister qu'en un travail de routine relativement simple, au niveau du logiciel, ne nécessitant que peu ou pas de modifications du matériel.

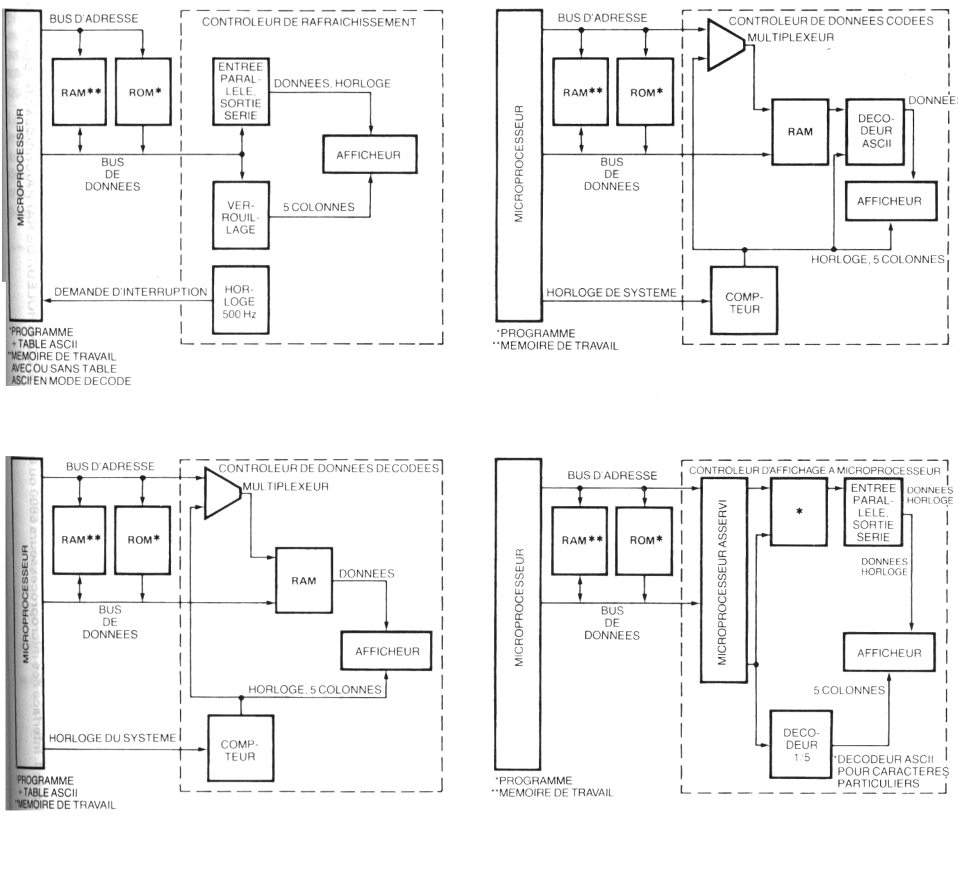


Figure 3. Quatre techniques différentes d'interface de l'afficheur HDSP-2000 avec système à microprocesseur.

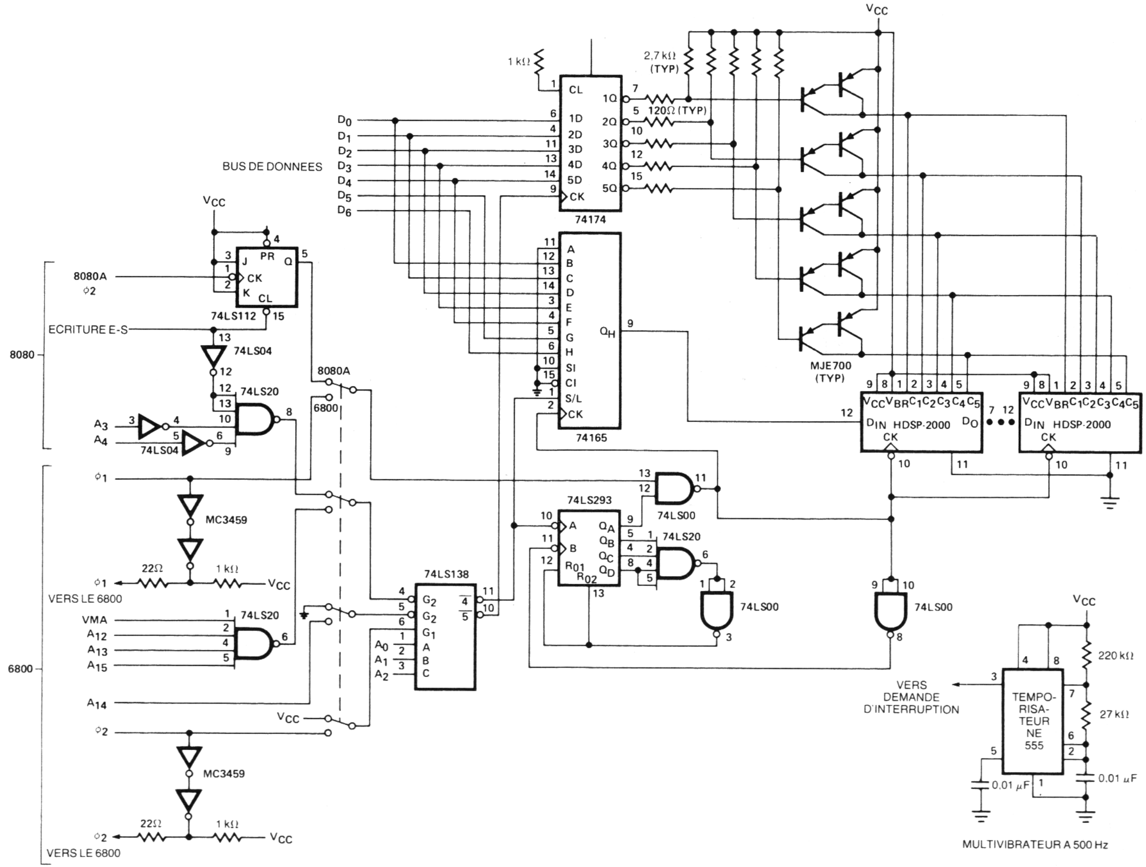


Figure 4. Interface des microprocesseurs 6800 ou 8080A avec le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT pour HDSP-2000.

Le choix d'une interface particulière est important car il affecte l'ensemble du système à microprocesseur. Le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT offre le type d'interface le plus économique car il utilise le microprocesseur pour décoder les données ASCII et multiplexer l'affichage. Le décodeur ASCII étant intégré au système à microprocesseur, l'utilisateur dispose, dans le programme, de la maîtrise totale du jeu de caractères de l'affichage. Cette caractéristique est particulièrement importante lorsqu'il s'agit d'utiliser différents alphabets ou des symboles graphiques spéciaux. Cependant, le microprocesseur doit consacrer une partie importante de son temps au CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT. En outre, bien que les interruptions permettent au programme de rafraîchissement de fonctionner de manière asynchrone par rapport au programme principal, cette technique limite les possibilités d'utilisation de certaines techniques de logiciel dans le cadre du programme principal.

Le CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES n'exige une interaction avec le microprocesseur que lorsque le message de l'affichage est modifié. Comme le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT, le décodeur ASCII est intégré au programme du microprocesseur. Cependant, plusieurs millisecondes du temps du microprocesseur sont nécessaires pour décoder une ligne de caractères ASCII et pour enregistrer dans l'interface les données d'affichage 5 × 7 qui en résultent.

Le CONTROLEUR DE DONNEES CODEES n'exige également une interaction de la part du système à microprocesseur que lorsque le message de l'affichage est modifié. Le décodeur ASCII étant intégré à l'interface de l'afficheur, le microprocesseur a besoin de beaucoup moins de temps pour charger un nouveau message dans l'afficheur.

Le CONTROLEUR D'AFFICHAGE A MICROPROCESSEUR série HDSP-247X, est l'interface la plus puissante. Le logiciel contenu dans le CONTROLEUR D'AFFICHAGE A MICROPROCESSEUR réduit davantage l'interaction avec le microprocesseur principal en procurant des modes d'entrée de données à gauche et à droite beaucoup plus puissants comparés au mode d'entrée par mémoire vive du CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES et du CONTROLEUR DE DONNEES CODEES. Le CONTROLEUR D'AFFICHAGE A MICROPROCESSEUR offre également des caractéristiques telles qu'un curseur clignotant, des commandes d'édition et une fonction sortie de données. Une version de ce CONTROLEUR permet l'utilisation d'un décodeur ASCII personnalisé destiné à des applications qui nécessitent un jeu de caractères spécial.

CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT

Le circuit CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT représenté en figure 4 interrompt le microprocesseur toutes les deux millisecondes pour demander un nouvel ensemble de données d'affichage et de données de sélection de colonne. Les données d'affichage sont chargées à partir du bus de données dans l'entrée série du HDSP-2000 par l'intermédiaire d'un registre à décalage à entrée parallèle et sortie série, du type 74165. Le compteur 74LS293 et les portes associées font en sorte que sept impulsions d'horloge seulement soient pour chaque mot stocké appliquées au registre à décalage et au HDSP-2000. Les données de sélection de colonne sont chargées dans la mémoire à verrouillage 74174 qui commande les transistors de commutation de colonne. La figure 5 illustre les caractéristiques temporelles du circuit par rapport à l'horloge et aux E/S du microprocesseur.

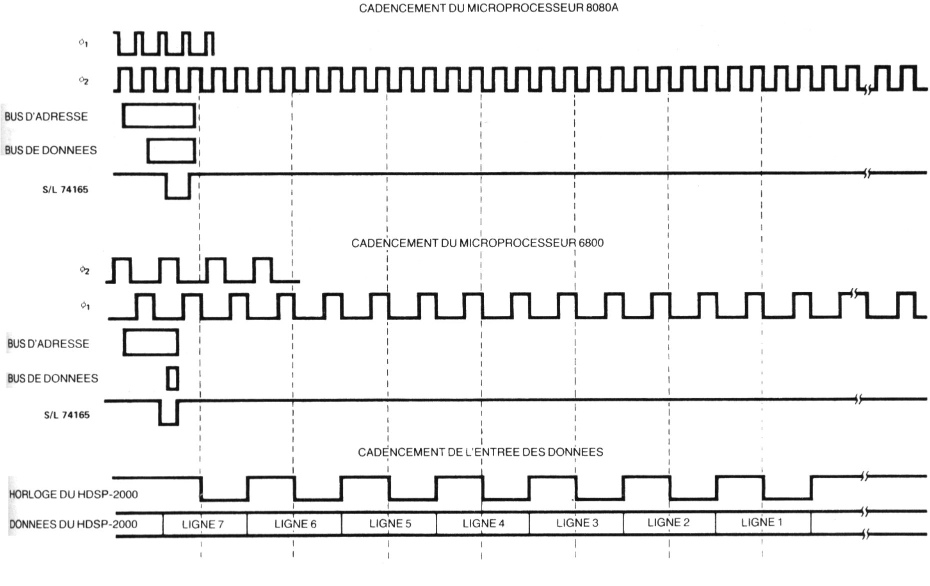


Figure 5. Cadencement du CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT.

Le logiciel du 6800 nécessaire au fonctionnement de cette interface est divisé en deux sous-programmes, à savoir un sous-programme de rafraîchissement "RFRSH" et sous-programme de chargement "LOAD" (figure 6). Cette façon de procéder est souhaitable afin de minimiser la participation du microprocesseur au rafraîchissement de l'affichage. Le sous-programme "RFRSH" charge dans l'interface un nouvel ensemble de données d'affichage décodées, issu de la mémoire de travail du microprocesseur à chaque demande d'interruption. On utilise le sous-programme "LOAD" pour décoder une chaîne de 32 caractère ASCII de données d'affichage en format 5 × 7, et pour enregistrer ces données dans la mémoire de travail utilisée par "RFRSH".

Les figures 7 et 8 représentent deux programmes différents pour faire fonctionner le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT avec un microprocesseur 8080A. Les deux sous-programmes illustrés en figure 7 sont des équivalents fonctionnels du programme pour le 6800 représenté par la figure 6. Les programmes montrés en figures 6 et 7 exigent une mémoire de travail de 5N octets, N étant la longueur de l'affichage. Le sous-programme de la figure 8 élimine cette mémoire de travail en décodant et en chargeant les données à chaque demande d'interruption.

Du fait de l'interruption toutes les 2 ms du système à microprocesseur, une conception correcte du logiciel est particulièrement importante pour le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT. L'utilisation de la mémoire de travail réduit dans des proportions importantes le temps nécessaire pour rafraîchir l'affichage. Le programme le plus rapide, représenté par la figure 6, utilise un code en ligne pour accéder aux données dans la mémoire tampon et pour les émettre vers l'afficheur. Le programme consomme 3,7 % + 0,50N % du temps disponible du microprocesseur avec une horloge à 1 MHz. L'utilisation d'un programme bouclé au lieu du code en ligne constitue la seule différence entre le programme représenté par la figure 7 et celui de la figure 6.

Le microprocesseur doit consacrer 5,4 % + 0,93N % de son temps avec une horloge à 2 MHz. Ces programmes fonctionnent avec un sous-programme de chargement "LOAD" qui est appelé chaque fois que le message de l'affichage est modifié. Ce sous-progamme s'exécute respectivement en 10,2 ms et 7,5 ms pour les programmes des figures 6 et 7. Le programme de la figure 8 utilise 7,6 % + 1,35N % du temps du microprocesseur pour une horloge à 2 MHz. On peut parvenir à une diminution de 50 % des temps de microprocesseur indiqués précédemment en utilisant des versions plus rapides des microprocesseurs 6800 et 8080A.

```
EMPLACE-  CODE
MENT      OBJET        INSTRUCTIONS EN LANGAGE SOURCE

                       *
                       *
          BF 05        CDVR     EQU     $BF05
          BF 04        RDVR     EQU     $BF04
          06 00        DECDR    EQU     $0600
0000                   POINT    RMB     2
0002                   COLMN    RMB     1
0003                   COUNT    RMB     2

0005      00 AD        ASCII    FDB     DATA
0007                   DISPNT   RMB     2
0009                   DCRPNT   RMB     2
000B                   COLCNT   RMB     1
000C                   DIGCNT   RMB     1

000D                   BUFFR    RMB     160
00AD                   DATA     RMB     32

0400                            ORG     $0400
0400      86 FF        RFRSH    LDA A   I, $FF
0402      B7 BF 05              STA A   E, CDVR
0405      DE 00                 LDX     D, POINT
0407      A6 00        LOOPHH   LDA A   X, 0
0409      B7 BF 04              STA A   E, RDVR
040C      A6 01                 LDA A   X, 1
040E      B7 BF 04              STA A   E, RDVR
                                    •
                                    •
                                    •
04A2      A6 1F                 LDA A   X, 31
04A4      B7 BF 04              STA A   E, RDVR
04A7      96 02                 LDA A   D, COLMN
04A9      B7 BF 05              STA A   E, CDVR
04AC      81 EF                 CMP A   I, $EF
04AE      27 10                 BEQ     LOOPB
04B0      D6 00                 LDA B   D, POINT +1
04B2      CB 20                 ADD B   I, 32
04B4      D7 00                 STA B   D, POINT +1
04B6      24 03                 BCC     LOOPA
04B8      7C 00 00              INC     E, POINT
04BB      OD           LOOPA    SEC
04BC      79 00 02              ROL     E, COLMN
04BF      3B                    RTI
04C0      CE 00 0D     LOOPB    LDX     I, BUFFR
04C3      DF 00                 STX     D, POINT
04C5      DE 03                 LDX     D, COUNT
04C7      09                    DEX
04C8      DF 03                 STX     D, COUNT
04CA      86 FE                 LDA A   I, $FE
04CC      97 02                 STA A   D, COLMN
04CE      3B                    RTI

04CF      5F           LOAD     CLR B
04D0      CE 00 0D              LDX     I, BUFFR
04D3      DF 07                 STX     D, DISPNT
04D5      86 06                 LDA A   I, <DECDR
04D7      97 09                 STA A   D, DCRPNT
04D9      86 05                 LDA A   I, 5
04DB      97 0B                 STA A   D, COLCNT
04DD      86 20        LOOP1    LDA A   I, 32
04DF      97 0C                 STA A   D, DIGCNT
04E1      9B 06                 ADD A   D, ASCII+1
04E3      24 03                 BCC     LOOP2
04E5      7C 00 05              INC     E, ASCII
04E8      97 06        LOOP2    STA A   D, ASCII+1
04EA      DE 05        LOOP3    LDX     D, ASCII
04EC      09                    DEX
04ED      A6 00                 LDA A   X, 0
04EF      DF 05                 STX     D, ASCII
04F1      1B                    ABA
04F2      97 0A                 STA A   D, DCRPNT+1
04F4      DE 09                 LDX     D, DCRPNT
04F6      A6 00                 LDA A   X, 0
04F8      DE 07                 LDX     D, DISPNT
04FA      A7 00                 STA A   X, 0
04FC      08                    INX
04FD      DF 07                 STX     D, DISPNT
04FF      7A 00 0C              DEC     E, DIGCNT
0502      26 E6                 BNE     LOOP3
0504      CB 80                 ADD B   I, $80
0506      24 03                 BCC     LOOP4
0508      7C 00 09              INC     E, DCRPNT
050B      7A 00 0B     LOOP4    DEC     E, COLCNT
050E      26 CD                 BNE     LOOP1
0510      39                    RTS
```

Figure 6. Programme du microprocesseur 6800 utilisant une mémoire-tampon de 160 octets dans le cadre du fonctionnement avec le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT.

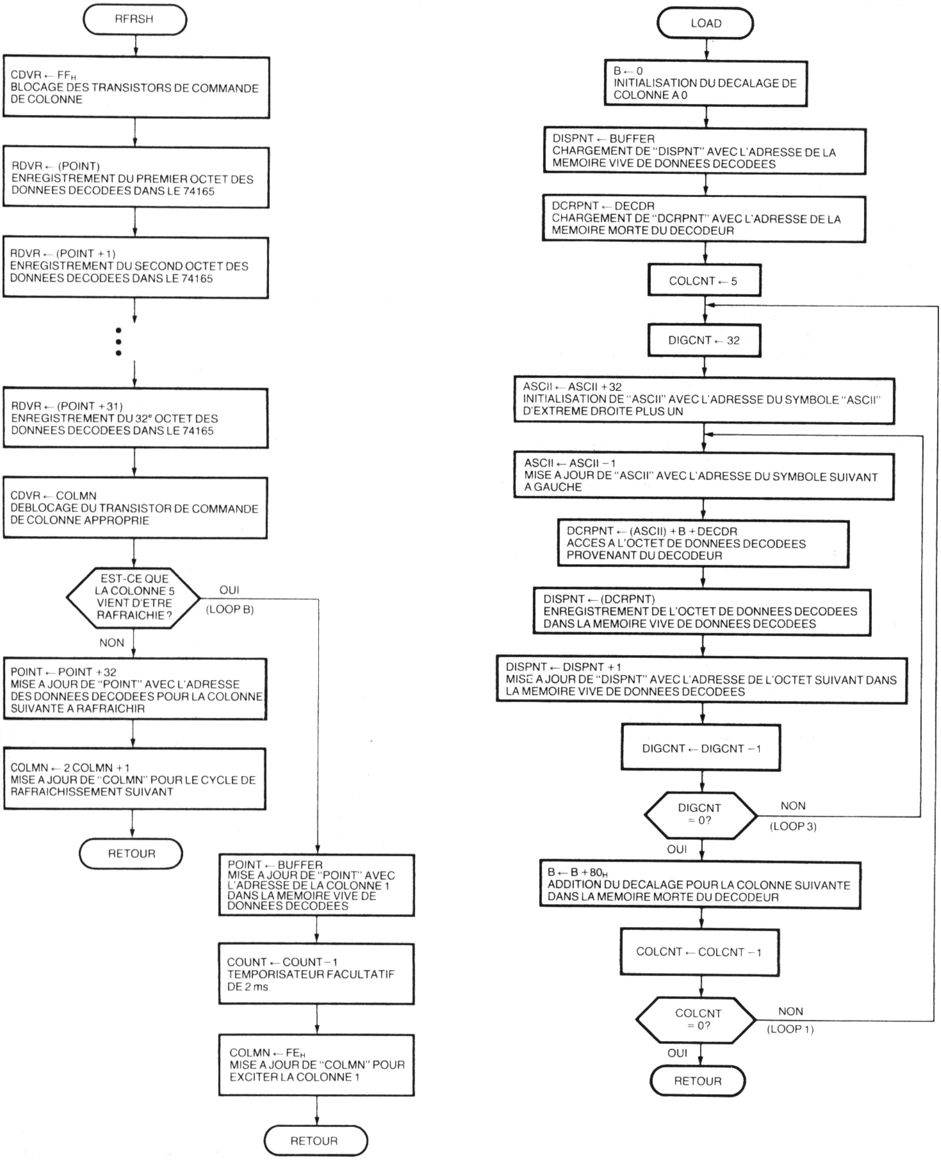


Figure 6. Programme du microprocesseur 6800 utilisant une mémoire-tampon de 160 octets dans le cadre du fonctionnement avec le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT (suite).

Le décodeur ASCII pour matrice de points 5 × 7 qu'utilisent les programmes des figures 6, 7 et 8 est localisé dans le programme du microprocesseur. Ce décodeur exige 640 octets de mémoire pour décoder le jeu de 128 caractères ASCII. Il est formaté de façon à ce que les 128 premiers octets contiennent l'information de la colonne 1, les 128 octets suivants l'information de la colonne 2, etc. Chaque octet est formaté afin que D_6 à D_0 comprennent respectivement les données d'affichage de la ligne 7 à la ligne 1. Les données sont codées pour qu'un bit à l'état HAUT provoque l'éclairement du point correspondant de la matrice 5 × 7 de l'afficheur. La figure 9 présente cette table de décodage. Le jeu de caractères résultant sous forme de matrice de points 5 × 7 est représenté sur la fiche technique du HDSP-2471.

CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES

La figure 10 montre le schéma du circuit du CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES pour un affichage de 32 caractères. Le circuit est spécialement conçu afin de réaliser l'interface avec un microprocesseur 8080A, ainsi que pour accepter et stocker en mémoire locale toutes les données d'affichage pour un afficheur HDSP-2000 à 32 caractères (1120 bits). Le microprocesseur charge 160 octets de données d'affichage dans les deux mémoires vives de 1 K × 1, par l'intermédiaire du registre à décalage à entrée parallèle et sortie série de type 74165. Chaque octet de données représente une colonne de données d'affichage. La chaîne de compteurs génère automatiquement après initialisation par $\overline{\text{MEM W}}$, l'adresse correcte pour chaque bit de données série, l'adresse de caractère et la colonne désirée. Lorsque le chargement est terminé, le compteur charge et affiche séquentiellement chaque colonne de données (224 bits) à une cadence de 90 Hz (pour une cadence d'horloge d'entrée de 2 MHz). Les caractéristiques temporelles de ce circuit sont représentées par la figure 11. Le logiciel nécessaire pour décoder une chaîne de 32 caractères ASCII est illustré en figure 12. Ce programme décode les 32 caractères ASCII en 160 octets de données d'affichage qui sont ensuite stockés dans le contrôleur. Le temps nécessaire au décodage et au chargement du message dans le contrôleur de données décodées est de 6,6 ms avec une horloge à 2 MHz. Ce programme utilise également la table de décodage présentée en figure 9.

```
EMPLACE-  CODE
MENT      OBJET      INSTRUCTIONS EN LANGAGE SOURCE

0004                 RDVR     EQU    0004H
0005                 CDVR     EQU    0005H
E500                 DECDR    EQU    0E500H

                              ORG    0E000H
E000  05 E0          POINT    DW     BUFFR
E002  FE             COLMN    DB     0FEH
E003  FF FF          COUNT    DW     0FFFFH
E005  00             BUFFR    DS     160

                              ORG    0E0A5H
E0A5  A7 E0          ASCII    DW     DATA
E0A7  00             DATA     DS     32

                              ORG    0E400H
E400  F5             RFRSH    PUSH   PSW
E401  C5                      PUSH   B
E402  E5                      PUSH   H
E403  2A 00 E0                LHLD   POINT
E406  06 20                   MVI    B, 32
E408  3E FF                   MVI    A, 0FFH
E40A  D3 05                   OUT    CDVR
F40C  7E             LOOP     MOV    A, M
E40D  D3 04                   OUT    RDVR
E40F  23                      INX    H
E410  05                      DCR    B
E411  C2 0C E4                JNZ    LOOP
E414  3A 02 E0                LDA    COLMN
E417  D3 05                   OUT    CDVR
E419  FE EF                   CPI    0EFH
E41B  CA 28 E4                JZ     FIRST
E41E  22 00 E0                SHLD   POINT
E421  07                      RLC
E422  32 02 E0                STA    COLMN
E425  C3 3A E4                JMP    END
E428  21 05 E0       FIRST    LXI    H, BUFFR
E42B  22 00 E0                SHLD   POINT
E42E  3E FE                   MVI    A, 0FEH
E430  32 02 E0                STA    COLMN
E433  2A 03 E0                LHLD   COUNT
E436  2B                      DCX    H
E437  22 03 E0                SHLD   COUNT
E43A  E1             END      POP    H
E43B  C1                      POP    B
E43C  F1                      POP    PSW
E43D  C9                      RET

E43E  11 24 E0       LOAD     LXI    D, BUFFR+31
E441  0E 20                   MVI    C, 32
E443  2A A5 E0       LOOP1    LHLD   ASCII
E446  7E                      MOV    A, M
E447  23                      INX    H
E448  22 A5 E0                SHLD   ASCII
E44B  26 E5                   MVI    H, DECDR/256
E44D  6F                      MOV    L, A
E44E  06 05                   MVI    B, 5
E450  7E             LOOP2    MOV    A, M
E451  12                      STAX   D
E452  7D                      MOV    A, L
E453  C6 80                   ADI    80H
E455  6F                      MOV    L, A
E456  D2 5A E4                JNC    LOOP3
E459  24                      INR    H
E45A  7B             LOOP3    MOV    A, E
E45B  C6 20                   ADI    32
E45D  5F                      MOV    E, A
E45E  05                      DCR    B
E45F  C2 50 E4                JNZ    LOOP2
E462  7B                      MOV    A, E
E463  C6 5F                   ADI    5FH
E465  5F                      MOV    E, A
E466  0D                      DCR    C
E467  C2 43 E4                JNZ    LOOP1
E46A  C9                      RET
```

Figure 7. Programme du microprocesseur 8080A utilisant une mémoire vive tampon de 160 octets pour le fonctionnement avec le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT.

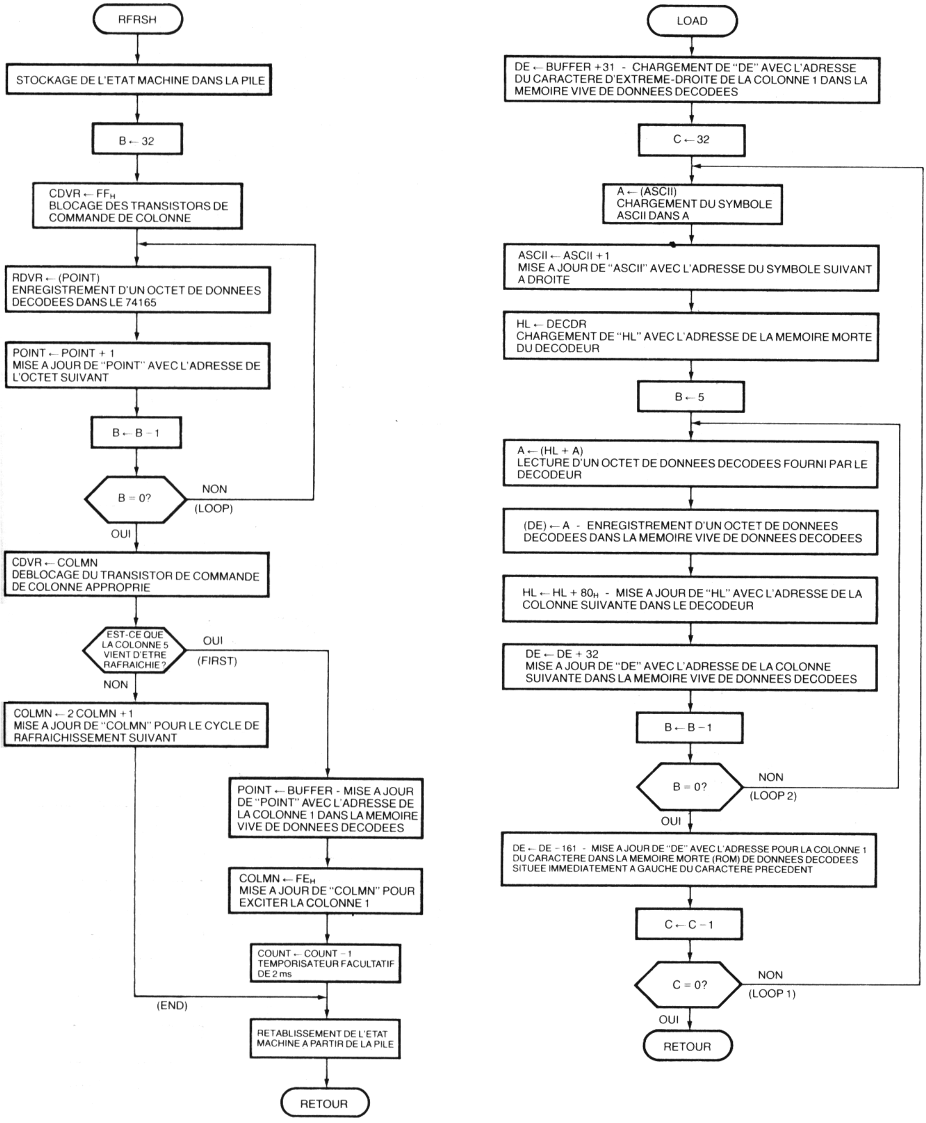


Figure 7. Programme du microprocesseur 8080A utilisant une mémoire vive tampon de 160 octets pour le fonctionnement avec le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT (suite).

```
EMPLACE-   CODE
  MENT     OBJET      INSTRUCTIONS EN LANGAGE SOURCE

0004                  RDVR    EQU    0004H
0005                  CDVR    EQU    0005H
E500                  DECDR   EQU    0E500H

                              ORG    0E000H
E000  07 E0           ASCII   DW     DATA
E002  FE              COLMN   DB     0FEH
E003  FF FF           COUNT   DW     0FFFFH
E005  00 E5           BASE    DW     DECDR
E007  00              DATA    DS     32

                      ORG            0E400H
E400  F5              RFRSH   PUSH   PSW
E401  C5                      PUSH   B
E402  D5                      PUSH   D
E403  E5                      PUSH   H
E404  2A 05 E0                LHLD   BASE
E407  EB                      XCHG
E408  2A 00 E0                LHLD   ASCII
E40B  01 1F 00                LXI    B, 31
E40E  09                      DAD    B
E40F  43                      MOV    B, E
E410  0E 20                   MVI    C, 32
E412  3E FF                   MVI    A, 0FFH
E414  D3 05                   OUT    CDVR
E416  78              LOOP    MOV    A, B
E417  86                      ADD    M
E418  5F                      MOV    E, A
E419  1A                      LDAX   D
E41A  D3 04                   OUT    RDVR
E41C  2B                      DCX    H
E41D  0D                      DCR    C
E41E  C2 16 E4                JNZ    LOOP
E421  EB                      XCHG
E422  3A 02 E0                LDA    COLMN
E425  D3 05                   OUT    CDVR
E427  FE EF                   CPI    0EFH
E429  CA 3B E4                JZ     FIRST
E42C  07                      RLC
E42D  32 02 E0                STA    COLMN
E430  68                      MOV    L, B
E431  01 80 00                LXI    B, 0080H
E434  09                      DAD    B
E435  22 05 E0                SHLD   BASE
E438  C3 4D E4                JMP    END
E43B  3E FE           FIRST   MVI    A, 0FEH
E43D  32 02 E0                STA    COLMN
E440  21 00 E5                LXI    H, DECDR
E443  22 05 E0                SHLD   BASE
E446  2A 03 E0                LHLD   COUNT
E449  2B                      DCX    H
E44A  22 03 E0                SHLD   COUNT
E44D  E1              END     POP    H
E44E  D1                      POP    D
E44F  C1                      POP    B
E450  F1                      POP    PSW
E451  C9                      RET
```

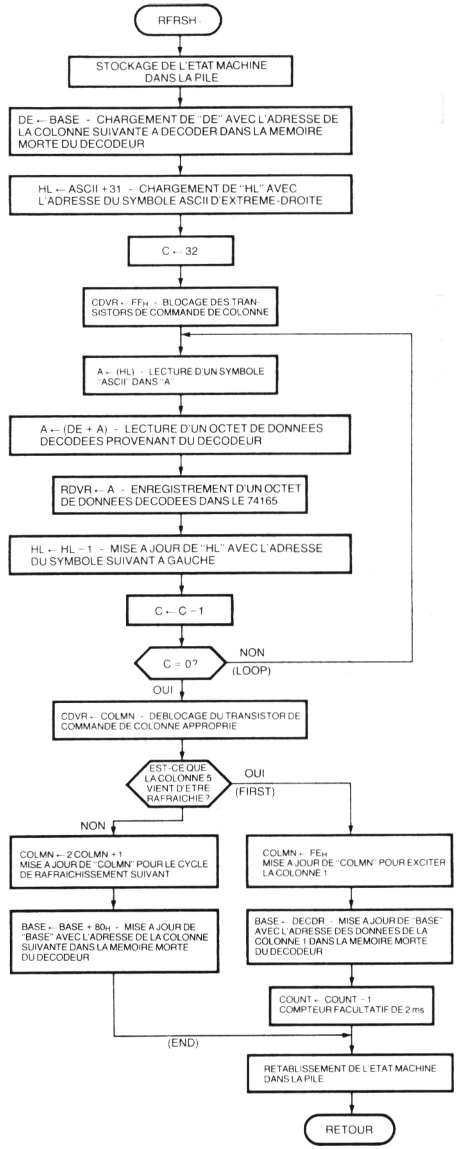
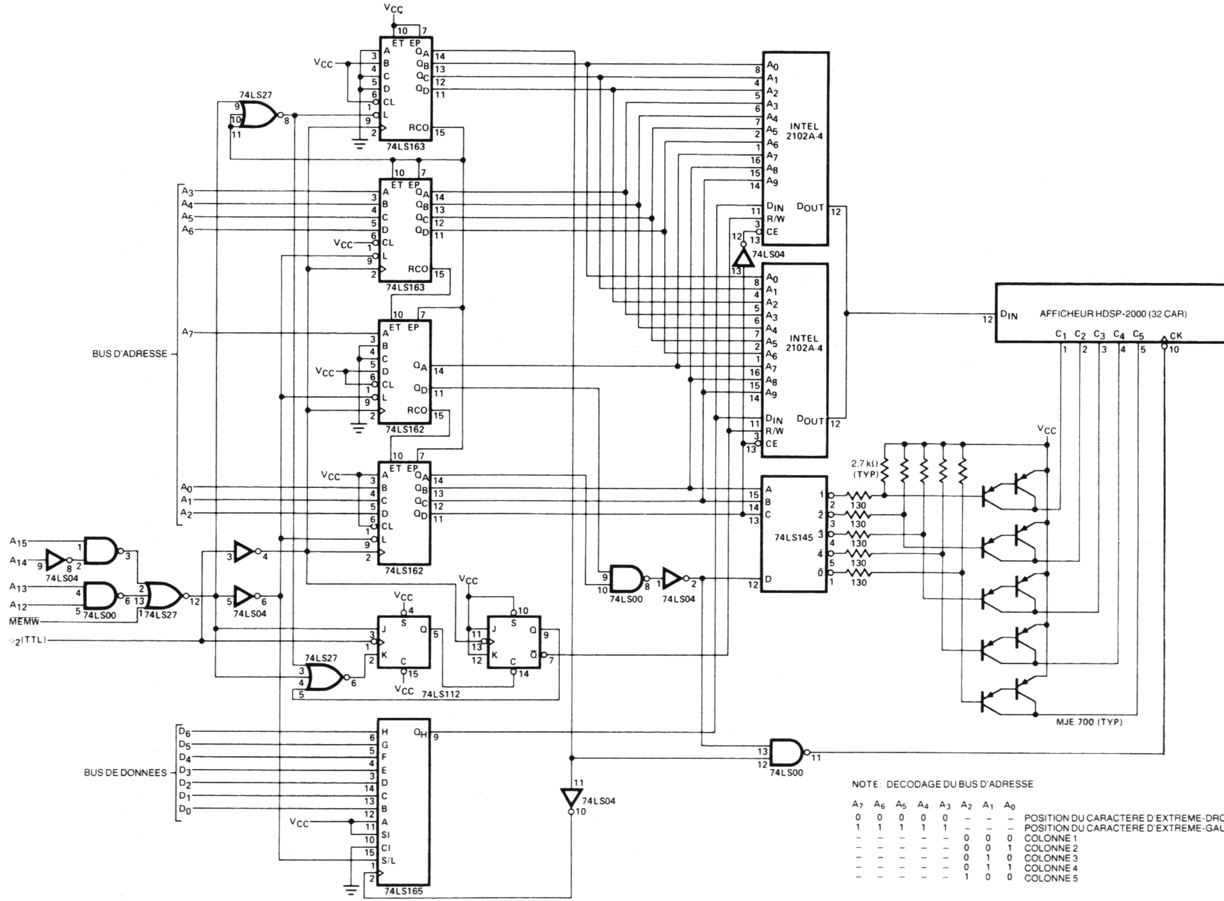


Figure 8. Programme de décodage de 32 caractères ASCII du microprocesseur 8080A avant le chargement dans le CONTROLEUR DE RAFRAICHISSEMENT.

ADRESSE DU DECODEUR POUR LES FIGURES 7, 8, 12	ADRESSE DU DECODEUR POUR LA FIGURE 6	ADRESSE DE LA MEMOIRE MORTE DU HDSP-2471	DONNEES HEXADECIMALES															
E500	0600	080	08	30	45	7D	7D	38	7E	30	60	1E	3E	62	40	08	38	41	COLONNE 1
		090	10	18	5E	78	38	78	38	3C	38	3C	38	08	20	12	48	01	
		0A0	00	00	00	14	24	23	36	00	00	00	08	08	00	08	00	20	
		0B0	3E	00	62	22	18	27	3C	01	36	06	00	00	00	14	41	06	
		0C0	3E	7E	7F	3E	7F	7F	7F	3E	7F	00	20	7F	7F	7F	7F	3E	
		0D0	7F	3E	7F	26	01	3F	07	7F	63	03	61	00	02	41	04	40	
		0E0	00	38	7F	38	38	38	08	08	7F	00	20	00	00	78	7C	38	
		0F0	7C	18	00	48	04	3C	1C	3C	44	04	44	00	00	00	08	2A	
E580	0680	100	1C	48	29	09	09	44	01	4A	50	04	49	14	3C	7C	44	63	COLONNE 2
		110	08	24	61	14	44	15	45	43	45	41	42	08	7E	19	7E	12	
		120	00	5F	03	7F	2A	13	49	0B	00	41	2A	08	58	08	30	10	
		130	51	42	51	41	14	45	4A	71	49	49	36	5B	08	14	22	01	
		140	41	09	49	41	41	49	09	41	08	41	40	08	40	02	04	41	
		150	09	41	09	49	01	40	18	20	14	04	51	00	04	41	02	40	
		160	07	44	48	44	44	54	7E	14	08	44	40	7F	41	04	08	44	
		170	14	24	7C	54	3E	40	20	40	28	48	64	08	00	41	04	55	
E600	0700	180	3E	45	11	11	05	44	29	4D	48	04	49	08	20	04	44	55	COLONNE 3
		190	78	7E	01	15	45	14	44	42	44	40	40	2A	02	15	49	7C	
		1A0	00	00	00	14	7F	08	56	07	3E	3E	1C	3E	38	08	30	08	
		1B0	49	7F	49	49	12	45	49	09	49	49	36	3B	14	14	14	51	
		1C0	5D	09	49	41	41	49	09	41	08	7F	40	14	40	0C	08	41	
		1D0	09	51	19	49	7F	40	60	18	08	78	49	7F	08	7F	7F	40	
		1E0	0B	44	44	44	44	54	09	54	04	7D	44	10	7F	18	04	44	
		1F0	24	14	08	54	44	40	40	30	10	30	54	36	77	36	08	2A	
E680	0780	200	7F	40	29	21	05	38	2E	49	50	38	49	10	20	7C	3C	49	COLONNE 4
		210	08	24	61	14	3C	15	3D	43	45	41	42	1C	02	12	41	12	
		220	00	00	03	7F	2A	64	20	00	41	00	2A	08	00	08	00	04	
		230	45	40	49	49	7F	45	49	05	49	29	00	00	22	14	08	09	
		240	55	09	49	41	41	49	09	51	08	41	40	22	40	02	10	41	
		250	09	21	29	49	01	40	18	20	14	04	45	41	10	00	02	40	
		260	00	3C	44	44	48	54	02	54	04	40	3D	28	40	04	04	44	
		270	24	7C	04	54	20	20	20	40	28	08	4C	41	00	08	10	55	
E700	0800	280	00	30	45	7D	79	44	10	30	60	40	3E	60	1C	02	04	41	COLONNE 5
		290	04	18	5E	78	40	78	40	3C	38	3C	38	08	02	00	42	01	
		2A0	00	00	00	14	12	62	50	00	00	00	08	08	00	08	00	02	
		2B0	3E	00	46	36	10	39	30	03	36	1E	00	00	41	14	00	06	
		2C0	1E	7E	36	22	3E	41	01	72	7F	00	3F	41	40	7F	7F	3E	
		2D0	06	5E	46	32	01	3F	07	7F	63	03	43	41	20	00	04	40	
		2E0	00	40	38	20	7F	08	00	3C	78	00	00	44	00	78	78	38	
		2F0	18	40	04	20	00	7C	1C	3C	44	04	44	00	00	00	08	2A	

Figure 9. Table du décodeur ASCII à 128 caractères utilisée par le programme de rafraîchissement du 6800 sur la figure 6, les programmes de rafraîchissement du 8080A sur les figures 7, 8 et 12 et le CONTROLEUR D'AFFICHAGE A MICROPROCESSEUR HDSP-2471. Le jeu de caractères d'affichage 5 × 7 décodés est représenté sur la fiche technique des HDSP-247X.



NOTE : DECODAGE DU BUS D'ADRESSE

A_7	A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	A_0	
0	0	0	0	0	–	–	–	POSITION DU CARACTERE D'EXTREME-DROITE
1	1	1	1	1	–	–	–	POSITION DU CARACTERE D'EXTREME-GAUCHE
–	–	–	–	–	0	0	0	COLONNE 1
–	–	–	–	–	0	0	1	COLONNE 2
–	–	–	–	–	0	1	0	COLONNE 3
–	–	–	–	–	0	1	1	COLONNE 4
–	–	–	–	–	1	0	0	COLONNE 5

Figure 10. Interface entre le microprocesseur 8080A et le CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES pour HDSP-2000.

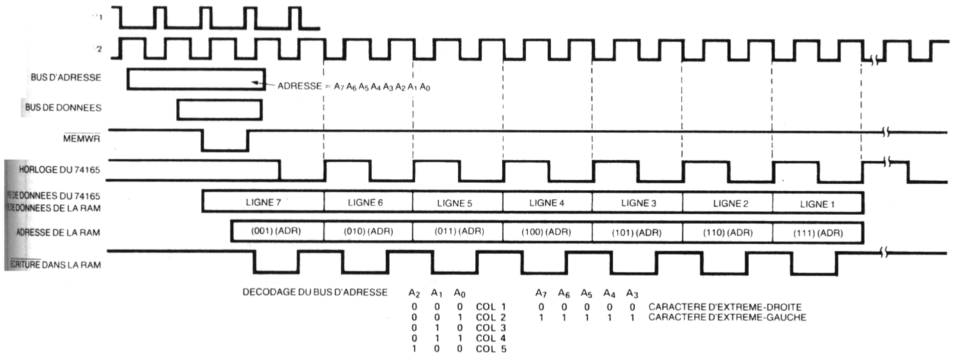


Figure 11. Diagramme des temps de l'entrée des données pour le CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES.

CONTROLEUR DE DONNEES CODEES

Le CONTROLEUR DE DONNEES CODEES (figure 13) a été conçu pour accepter des données codées ASCII pour les enregistrer dans une mémoire vive locale 128 × 8. Lorsque le microprocesseur a chargé la mémoire vive, un circuit d'analyse locale commande le décodage des données ASCII, le chargement des données d'affichage et la fonction de sélection de colonne. En apportant des modifications mineures on peut utiliser le circuit pour un nombre de caractères d'affichage s'élevant jusqu'à 128. La mémoire vive utilisée dans ce circuit est du type MCM6810P avec les entrées d'adresse et de données isolées par un étage tampon à trois états 74LS367. Ce qui permet l'accès à la mémoire vive par l'intermédiaire du microprocesseur ou des circuits électroniques locaux. Le protocole est conçu afin que le microprocesseur ait toujours priorité sur les circuits électroniques d'analyse locale. La figure 14 montre les caractéristiques temporelles du cycle "Ecriture" pour le CONTROLEUR DE DONNEES CODEES. Comme le CONTROLEUR DE DONNEES CODEES, ce circuit n'utilise pas de temps du microprocesseur une fois que la mémoire vive locale a été chargée avec les données désirées.

Le circuit illsutré en figure 13 représente un CONTROLEUR DE DONNEES CODEES conçu pour un afficheur alphanumérique HDSP-2000 à 32 caractères. Les signaux fondamentaux montrés en figure 15 et désignés par ①, ② et ③ ont pour but de simplifier l'analyse de ce circuit. Le signal ① est l'horloge à 1 MHz. Le signal ② est le signal de sortie de la broche 2 du 7404, étant lui-même le signal inversé de la sortie Q_D du 74197. Le signal ③ est le signal de sortie de la broche 6 du 7404, qui correspond à la combinaison d'une fonction et des signaux des sorties $2Q_B$, $2Q_C$ et $2Q_D$ du 74393. La mémoire vive "Motorola 6810" stocke 32 octets de données ASCII qui sont continuellement lues, décodées et affichées. Les données ASCII provenant de la mémoire vive sont lues par le décodeur ASCII à 128 caractères Motorola 6674. Ce décodeur possède cinq sorties de colonne dont les signaux sont transmis à l'entrée de données de l'afficheur par l'intermédiaire d'un multiplexeur 74151. Le fonctionnement multiplexé de l'afficheur est obtenu au moyen des compteurs 74197, 74393 et 7490. Le 74197 est connecté en diviseur par 8 et il sélectionne séquentiellement les sept lignes dans le 6674. Comme le montre le signal ②, le 74197 permet également l'application sélective de sept cycles d'horloge à l'entrée d'horloge de l'afficheur. Le 74393 est un compteur fonctionnant en diviseur par 256, il est connecté de façon à ce que les cinq sorties d'ordre inférieur sélectionnent chacun des 32 caractères ASCII dans la mémoire vive. Les trois sorties d'ordre supérieur déterminent la relation entre la durée de chargement et la durée d'excitation d'une colonne. Lorsque $2Q_B = 2Q_C = 2Q_D = 1$ pour le 74393, le signal ③ passe à un état logique 1. Le circuit analyse alors les 32 caractères dans la mémoire vive et présente sous forme série les données de colonne en comptant chacune des sept lignes du 6674 et en transmettant de manière sélective la colonne appropriée de l'affichage. Pendant les sept états de comptage, lorsque $2Q_B$, $2Q_C$ et $2Q_D$ du 74393 ne sont pas égaux à un état logique 1, les données de colonne sont affichées, comme le montre le signal ④. Le rapport cyclique du système d'affichage représenté sur la figure 13 est de 17,5 %.

Une simple modification permet d'obtenir une longueur d'affichage de 64 caractères. On peut réaliser aisément cette configuration en déconnectant du 7410 la sortie $2Q_B$ du 74393 et en la connectant à l'étage tampon à trois états 74LS367 et en utilisant la mémoire vive 6810 pour enregistrer 64 caractères ASCII. En laissant seulement $2Q_C$ et $2Q_D$ reliés au 7410, la durée d'excitation de la colonne d'affichage est réduite de 17,5 % à 15 %. Cette réduction intervient en raison du rapport entre la durée d'excitation réelle d'une colonne et sa durée d'excitation théorique qui est de 3/4, au lieu de 7/8 pour les 32 caractères. Etant donné que la longueur de l'affichage a été doublée, on doit choisir des transistors de commande plus performants afin d'accepter des courants de colonnes plus élevés.

Plusieurs modifications sont nécessaires pour réaliser un affichage à 128 caractères. Ces changements sont effectués dans le circuit de la figure 16. Premièrement, on a élevé la fréquence d'horloge d'entrée à 2 MHz. Cette opération a été réalisée dans le but de maintenir une fréquence de rafraîchissement d'environ 100 MHz pour chaque chiffre, ce qui permet d'obtenir un affichage sans scintillement. Cette vitesse de fonctionnement plus élevée fait apparaître des problèmes de retard de propagation dans le MCM6674 (NMOS) dont le temps d'accès maximal est de 350 ns. Pour cette raison, on doit remplacer le circuit MCM6674 par une mémoire morte programmable (PROM) bipolaire plus rapide. Si cette PROM est

```
EMPLACE-   CODE
 MENT      OBJET        INSTRUCTIONS EN LANGAGE SOURCE

B000                    DISPL   EQU     0B000H
E500                    DECDR   EQU     0E500H

                                ORG     0E000H
E000  02  E0            ASCII   DW      DATA
E002  00                DATA    DS      32

                                ORG     0E400H
E400  11  F8  B0        LOAD    LXI     D, DISPL+00F8H
E403  0E  20                    MVI     C, 32
E405  2A  00  E0        LOOP1   LHLD    ASCII
E408  7E                        MOV     A, M
E409  23                        INX     H
E40A  22  00  E0                SHLD    ASCII
E40D  26  E5                    MVI     H, DECDR/256
E40F  6F                        MOV     L, A
E410  06  05                    MVI     B, 5
E412  7E                LOOP2   MOV     A, M
E413  12                        STAX    D
E414  13                        INX     D
E415  7D                        MOV     A, L
E416  C6  80                    ADI     80H
E418  6F                        MOV     L, A
E419  D2  1D  E4                JNC     LOOP3
E41C  24                        INR     H
E41D  05                LOOP3   DCR     B
E41E  C2  12  E4                JNZ     LOOP2
E421  7B                        MOV     A, E
E422  D6  0D                    SUI     13
E424  5F                        MOV     E, A
E425  0D                        DCR     C
E426  C2  05  E4                JNZ     LOOP1
E429  C9                        RET
```

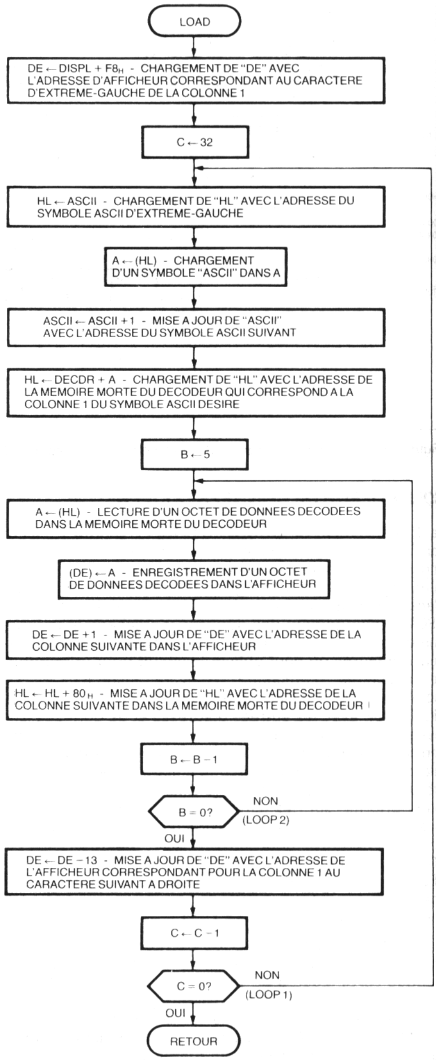


Figure 12. Programme de décodage de 32 caractères ASCII du microprocesseur 8080A avant le chargement dans le CONTROLEUR DE DONNEES DECODEES.

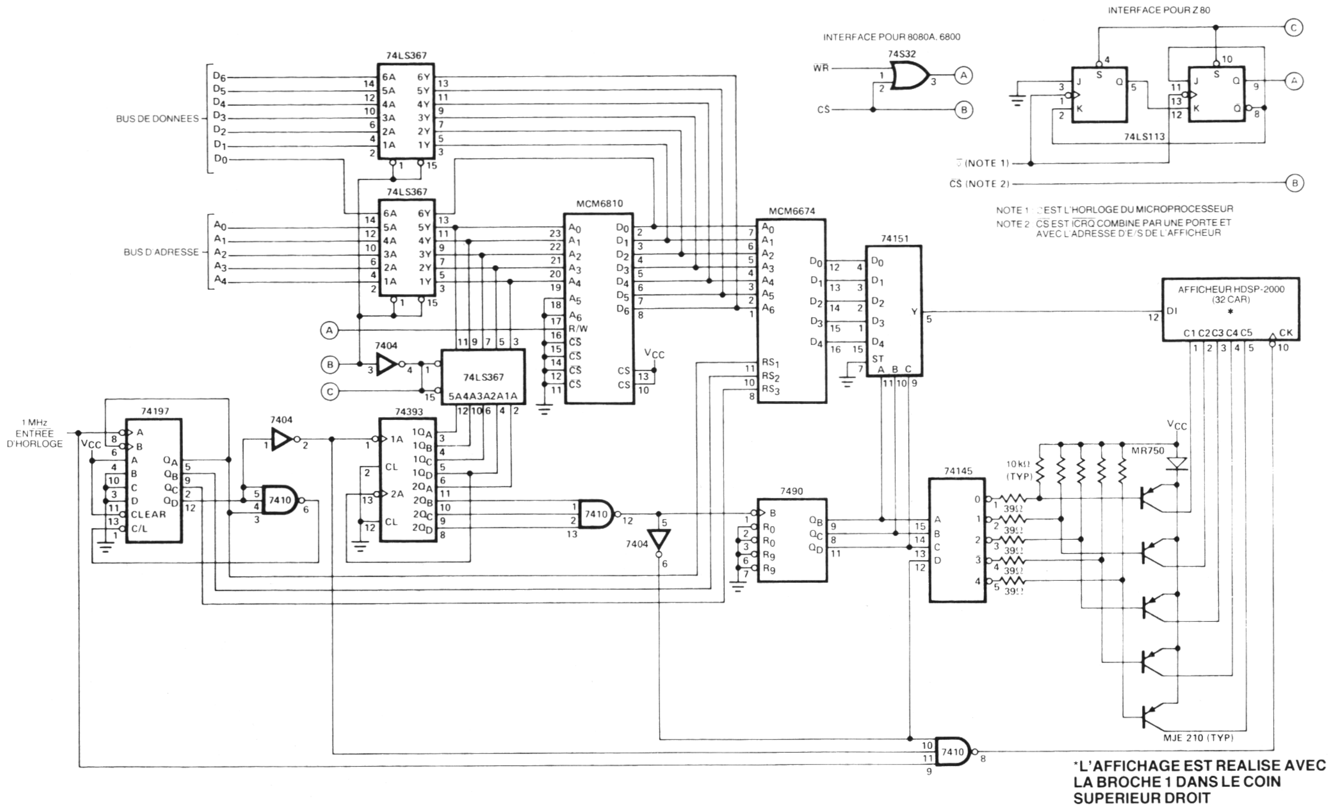
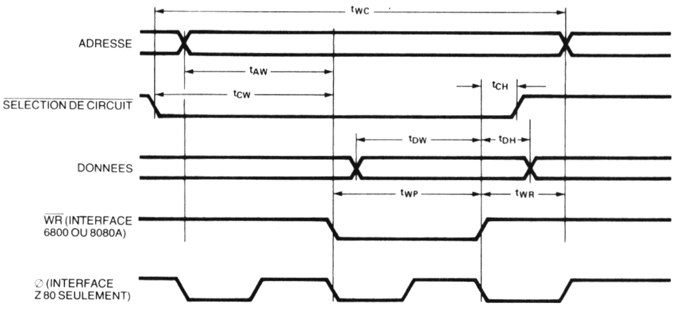


Figure 13. Interface entre le microprocesseur 8080A et le CONTROLEUR DE DONNEES CODEES pour le HDSP-2000 à 32 caractères.



PARAMETRE	SYMBOLE	MIN.
CYCLE D'ECRITURE	t_{WC}	390 ns
RETARD D'ECRITURE	t_{AW}	65 ns
VALIDATION D'ECRITURE DU POINT	t_{CW}	65 ns
PRE-ETABLISSEMENT DES DONNEES	t_{DW}	220 ns
MAINTIEN DES DONNEES	t_{DH}	20 ns
IMPULSION D'ECRITURE	t_{WP}	310 ns
RECUPERATION APRES ECRITURE	t_{WR}	10 ns
MAINTIEN VALIDATION DU POINT	t_{CH}	20 ns

Figure 14. Caractéristiques temporelles de l'écriture en mémoire pour le CONTROLEUR DE DONNEES CODEES utilisé avec des afficheurs HDSP-2000 à 32 caractères.

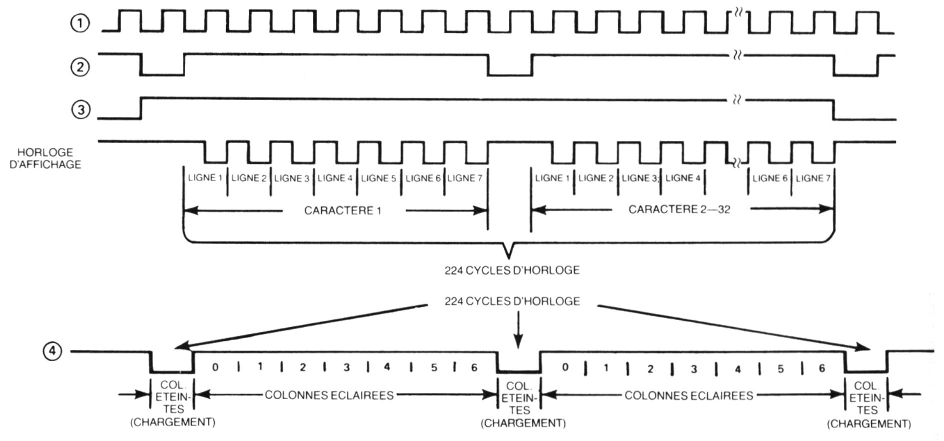
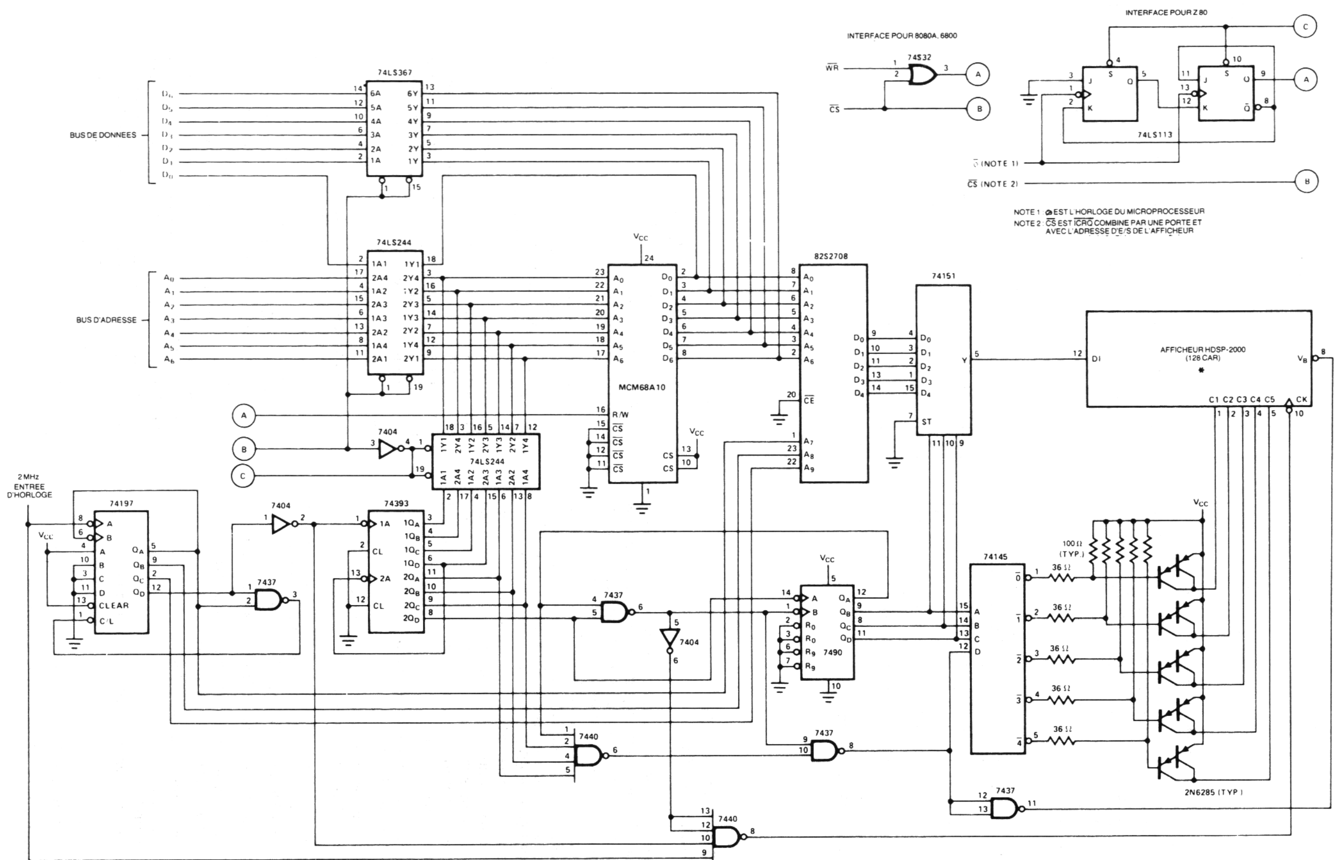


Figure 15. Caractéristiques temporelles du CONTROLEUR DE DONNEES CODEES pour des HDSP-2000 à 32 caractères.

programmée avec le code indiqué sur la figure 17, elle décodera un jeu de caractères identique à celui du MCM6674. Ce même problème de retard de propagation se manifeste avec la mémoire vive MCM6810. Suivant des procédures de conception prenant en considération le cas le plus défavorable, la mémoire vive MCM68A10 doit être utilisée à une fréquence de 1,5 MHz. Afin d'accepter la ligne d'adresse supplémentaire rendue nécessaire du fait de l'augmentation de la longueur de l'affichage, on a remplacé les deux étages "tampon" à trois états 74LS367 par le circuit 74LS244, à 8 éléments. On effectue le multiplexage de l'affichage par l'intermédiaire de la chaîne de compteurs 74197, 74393 et 7490. Le 74197 est connecté en diviseur par 8 qui sélectionne séquentiellement les sept lignes dans le 82S2708. Le 74393 est un compteur fonctionnant en diviseur par 256 qui est connecté de façon à ce que ses sept sorties d'ordre inférieur sélectionnent chacun des 128 caractères ASCII dans la mémoire vive. L'entrée A et la sortie Q_A du 7490 qui étaient inutilisées précédemment ont été reprises en tant que compteur supplémentaire fonctionnant en diviseur par 2. Ainsi, lorsqu'une fonction NON-ET combine la sortie d'ordre supérieur du 74393, c'est-à-dire $2Q_D$, et la sortie Q_A du 7490 par l'intermédiaire du 7437, la relation fondamentale entre la durée de chargement et la durée d'excitation de colonne se trouve établie. Les portes externes qui ont été ajoutées ont cependant une légère influence sur le rapport cyclique. Bien qu'elles augmentent d'une unité le nombre total d'afficheurs, elles remplissent la fonction nécessaire qui consiste à assurer le blocage des transistors de commande de colonnes avant que l'horloge ne soit appliquée à l'afficheur. Ce qui évite l'émission de bruit sur l'horloge de l'afficheur ainsi que l'apparition de données d'affichage erronées. Le rapport cyclique résultant est (23/32) (1/5) ou 14,4 %. En raison de la spécification d'un courant $I_{COL(max)}$ de 410 mA pour le HDSP-2000, et de l'existence de 32 modules de quatre chiffres chacun, les transistors doivent fournir jusqu'à 32 fois 410 mA, soit environ 13 A. On a utilisé pour remplir cette fonction des transistors de puissance PNP Darlington (2N6285) avec les résistances appropriées.



*L'AFFICHAGE EST REALISE AVEC LA BROCHE 1 DANS LE COIN SUPERIEUR DROIT

Figure 16. Interface entre le 6800, le 8080A, le Z 80 et le CONTROLEUR DE DONNEES CODEES pour des HDSP-2000 à 128 caractères.

ADRESSE DE LA PROM	DONNEES HEXADECIMALES																
080	FF	FF	E4	E1	E8	FF	E0	EE	E4	E0	FF	E0	E4	E0	EE	EE	LIGNE 1
090	FF	EE	EE	EE	EE	E0	EE	E1	FF	E4	EE	EE	FF	FF	FF	FF	
0A0	E0	E4	EA	EA	E4	F8	E8	EC	E2	E8	E4	E0	E0	E0	E0	E0	
0B0	EE	E4	EE	EE	E2	FF	E6	FF	EE	EE	E0	EC	E2	E0	E8	EE	
0C0	EE	E4	FE	EE	FE	FF	FF	EF	F1	EE	E1	F1	F0	F1	F1	EE	
0D0	FE	EE	FE	EE	FF	F1	F1	F1	F1	F1	FF	EE	E0	EE	E4	E0	
0E0	E6	E0	F0	E0	E1	E0	E2	ED	F0	E4	E1	F0	EC	E0	E0	E0	
0F0	F6	ED	E0	E0	E4	E0	E0	E0	E0	F1	E0	E2	E4	E8	E8	EA	
100	F1	F0	E4	E1	E4	F1	E1	F1	E8	E4	E0	E4	F5	E4	F1	F1	LIGNE 2
110	F1	F5	F1	F1	F5	E5	EA	E1	F1	E4	F1	F1	F5	F1	F1	F5	
120	E0	E4	EA	EA	EF	F9	F4	EC	E4	E4	F5	E4	E0	E0	E0	E1	
130	F1	EC	F1	F1	E6	F0	E8	E1	F1	F1	EC	EC	E4	E0	E4	F1	
140	F1	EA	E9	F1	E9	F0	F0	F0	F1	E4	E1	F2	F0	FB	F9	F1	
150	F1	F1	F1	F1	E4	F1	F1	F1	F1	F1	E1	E8	F0	E2	EA	E0	
160	E6	E0	F0	E0	E1	E0	E5	F3	F0	E0	E0	F0	E4	E0	E0	E0	
170	F9	F3	E0	E0	E4	E0	E0	E0	E0	F1	E0	E4	E4	E4	F5	F5	
180	F1	F0	E4	E1	E2	FB	E2	F1	FE	E2	E0	E4	EE	E8	FB	F1	LIGNE 3
190	F1	F5	F1	F1	F5	E2	EA	E1	EA	EE	F0	F1	F5	F1	F1	F5	
1A0	E0	E4	EA	FF	F4	E2	F4	E8	E8	E2	EE	E4	E0	E0	E0	E2	
1B0	F3	E4	E1	E1	EA	FE	F0	E2	F1	F1	EC	E0	E8	FF	E2	E1	
1C0	E1	F1	E9	F0	E9	F0	F0	F0	F1	E4	E1	F4	F0	F5	F5	F1	
1D0	F1	F1	F1	F0	E4	F1	F1	F1	EA	EA	E2	E8	E8	E2	F1	E0	
1E0	E4	EE	F6	EE	ED	EE	E4	F3	F6	EC	E1	F2	E4	FA	F6	EE	
1F0	F1	F1	F6	EF	FF	F1	F1	F1	F1	F1	FF	E4	E4	E4	E2	EA	
200	F1	F0	E4	E1	EE	F5	F4	FF	E9	FF	FF	F5	E4	FF	F5	F5	LIGNE 4
210	FF	F7	F7	FD	FD	F5	EA	FF	E4	FE	E8	FF	FD	FD	F7	F7	
220	F0	E4	F0	EA	FE	F4	E8	F0	E8	E2	FF	FF	EC	FF	E0	E4	
230	F5	E4	EE	E6	F2	E1	FE	E4	EE	EF	E0	EC	F0	E0	F1	E2	
240	ED	F1	EF	F0	E9	FC	FC	F3	FF	E4	E1	F8	F0	F5	F3	F1	
250	FE	F1	FE	EE	E4	F1	EA	F1	E4	E4	E4	E8	E4	E2	E0	E0	
260	E2	E1	F9	F1	F3	F1	EE	ED	F9	E4	E1	F4	E4	F5	F9	F1	
270	F9	F3	F9	F0	E4	F1	F1	F1	EA	EF	E2	E8	E0	E2	E0	F5	
280	F1	F0	E4	E1	E4	F8	F8	EA	E5	E2	E0	EE	F5	E8	FB	F1	LIGNE 5
290	F1	F1	F5	F5	F1	F8	EA	E1	EA	E4	E4	F1	F1	F5	F5	F1	
2A0	E0	E4	E0	FF	E5	E8	F5	E0	E8	E2	EE	E4	EC	E0	E0	E8	
2B0	F9	E4	F0	E1	FF	E1	F1	E8	F1	E1	EC	EC	E8	FF	E2	E4	
2C0	F5	FF	E9	F0	E9	F0	F0	F1	F1	E4	E1	F4	F0	F1	F1	F1	
2D0	F0	F5	F4	E1	E4	F1	EA	F5	EA	E4	E8	E8	E2	E2	E0	E0	
2E0	E0	EF	F1	F0	F1	FF	E4	E1	F1	E4	E1	F8	E4	F5	F1	F1	
2F0	F6	ED	F0	EE	E4	F1	F1	F5	E4	E1	E4	E4	E4	E4	E0	EA	
300	F1	F0	E4	E1	E2	F1	F0	EA	E1	E4	E0	E4	EE	E4	F1	F1	LIGNE 6
310	F1	F1	F5	F5	F1	F0	EA	E1	F1	E4	E0	F1	F1	F5	F5	F1	
320	E0	E0	E0	EA	FE	F3	F2	E0	E4	E4	F5	E4	E8	E0	EC	F0	
330	F1	E4	F0	F1	E2	F1	F1	F0	F1	E2	EC	E8	E4	E0	E4	E0	
340	F5	F1	E9	F1	E9	F0	F0	F1	F1	E4	F1	F2	F0	F1	F1	F1	
350	F0	F2	F2	F1	E4	F1	E4	FB	F1	E4	F0	E8	E1	E2	E0	E0	
360	E0	F1	F9	F1	F3	F0	E4	F1	F1	E4	F1	F4	E4	F5	F1	F1	
370	F0	E1	F0	E1	E5	F3	EA	F5	EA	F1	E8	E4	E4	E4	E0	F5	
380	FF	F0	FF	FF	E1	FF	E0	FB	E1	E0	FF	E0	E4	E0	EE	EE	LIGNE 7
390	FF	EE	EE	EE	EE	E0	FB	E1	FF	E4	E4	EE	FF	FF	FF	FF	
3A0	E0	E4	E0	EA	E4	E3	ED	E0	E2	E8	E4	E0	F0	E0	EC	E0	
3B0	EE	EE	FF	EE	E2	EE	EE	F0	EE	EC	E0	F0	E2	E0	E8	E4	
3C0	EE	F1	FE	EE	FE	FF	F0	EF	F1	EE	EE	F1	FF	F1	F1	EE	
3D0	F0	ED	F1	EE	E4	EE	E4	F1	F1	E4	FF	EE	E0	EE	E0	FF	
3E0	E0	EF	F6	EE	ED	EE	E4	EE	F1	EE	EE	F2	EE	F5	F1	EE	
3F0	F0	E1	F0	FE	E2	ED	E4	EA	F1	EE	FF	E2	E4	E8	E0	EA	

Figure 17. Listage PROM 82S2708.

CONTROLEUR D'AFFICHAGE A MICROPROCESSEUR

Les techniques d'interface mentionnées précédemment permettent uniquement l'affichage de données codées sous forme ASCII. Des caractéristiques importantes telles qu'un curseur clignotant, des sous-programmes d'édition et l'adressage de caractères doivent être mises en œuvre par d'autres sous-programmes dans le logiciel du microprocesseur. Elles sont assurées par le CONTROLEUR D'AFFICHAGE A MICROPROCESSEUR : un système utilisant un microprocesseur spécial 8048, sur une même puce. Comme le montre la figure 18, ce contrôleur est composé d'une série de sous-systèmes présentés sous forme de cartes de circuits imprimés et fournis par Hewlett-Packard sous les références suivantes :

HDSP-2470 – Contrôleur avec décodeur ASCII/5 × 7, à 64 caractères

HDSP-2471 – Contrôleur avec décodeur universel ASCII/5 × 7, pour 128 caractères

HDSP-2472 – Contrôleur avec supports de circuits intégrés permettant l'emploi de ROM/PROM ou EPROM particulières à l'utilisateur.

Tous les contrôleurs ont les caractéristiques suivantes :

- Choix de la longueur de la chaîne de caractères : 4 à 48 caractères par incréments de quatre caractères.
- Quatre modes d'entrée des données :
  entrée par la gauche
  entrée par la droite
  entrée par mémoire vive (RAM) (≤ 32 caractères seulement)
  entrée par bloc
- Curseur clignotant (entrée par la gauche seulement)
- Sortie des données (≤ 32 caractères seulement)
- Fonctions d'édition
  - Effacement de l'affichage — ENTREE PAR LA DROITE
  - Recul du curseur — ENTREE PAR LA DROITE
  - Avance du curseur
  - Insertion
  - Suppression

  (Les six fonctions : ENTREE PAR LA GAUCHE)

Ces contrôleurs ont été conçus dans le but d'éliminer la manipulation des données entre le clavier, l'afficheur et le microprocesseur. La fiche technique du produit décrit en détail les fonctions des contrôleurs.

La réalisation de l'interface entre le contrôleur et des systèmes à microprocesseur est fonction des besoins de l'application particulière. La figure 19 représente une interface à verrouillage entre un microprocesseur principal et les contrôleurs de la série HDSP-247X. Ces interfaces évitent au processeur principal d'attendre que le contrôleur accepte les données.

Dans des systèmes très élaborés, il peut être souhaitable que le contrôleur HDSP-247X commande l'ensemble de l'interface clavier/afficheur pendant que le microprocesseur lit des messages émis par le port de sortie de données du contrôleur. On peut réaliser cette fonction en utilisant des adaptateurs d'interface pour périphériques (PIA) que fournissent les fabricants de microprocesseurs. La figure 20 représente un système basé sur le 6800 dans lequel les données sont introduites soit par clavier soit par microprocesseur. Cette interface utilise un PIA 6821 avec une configuration afin que PB_7 détermine la source (microprocesseur ou clavier) qui entre les données dans le contrôleur. La figure 21 illustre le programme du 6800. Le sous-programme de chargement "LOAD" utilise CA_1 et CA_2 pour mettre en œuvre un protocole d'entrée de données qui permet au 6800 de charger des données dans le contrôleur aussi rapidement que possible. Une fois le message chargé, le microprocesseur transfère au clavier la com-

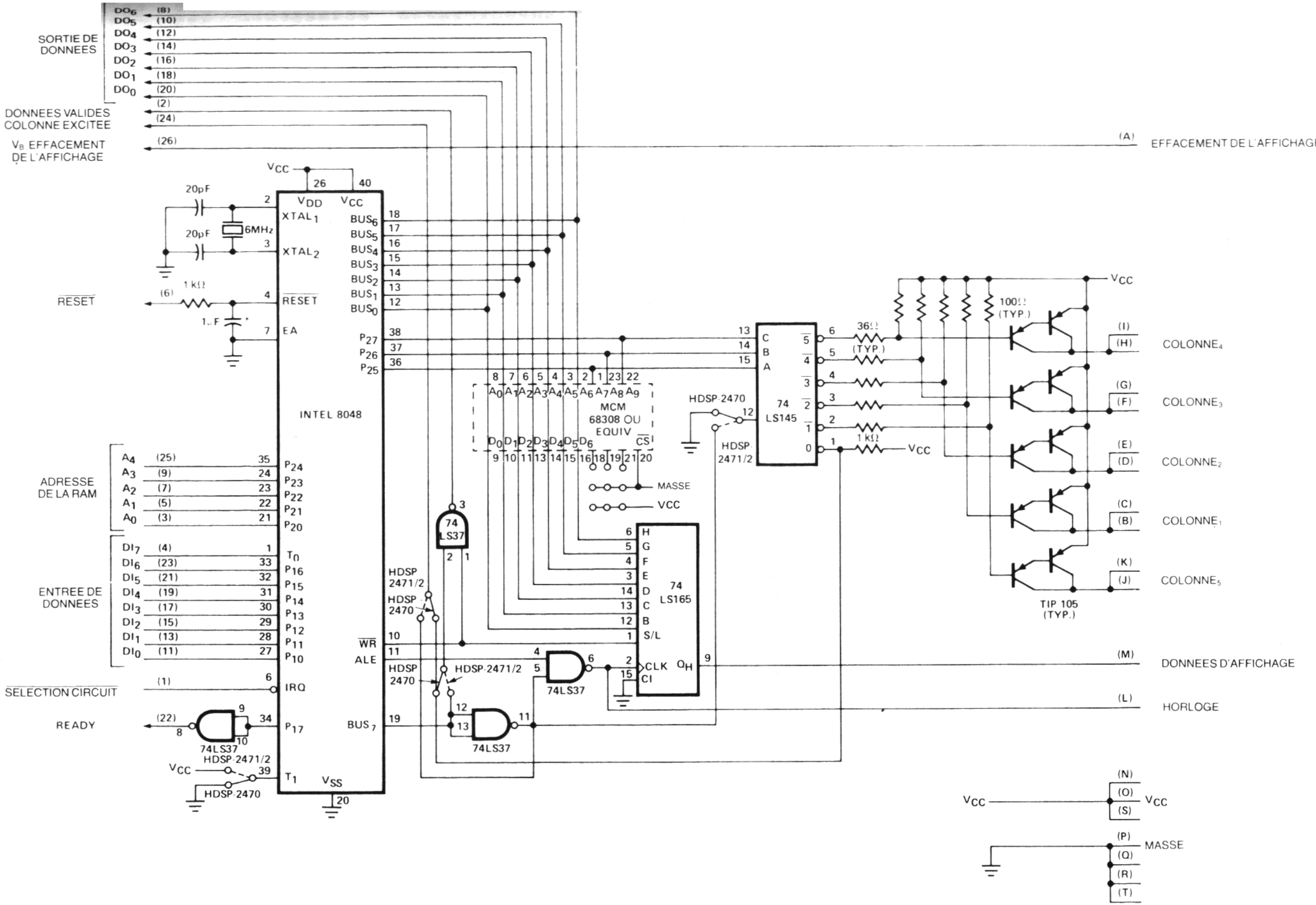


Figure 18. CONTROLEUR D'AFFICHAGE A MICROPROCESSEUR du HDSP-2470/2471/2472.

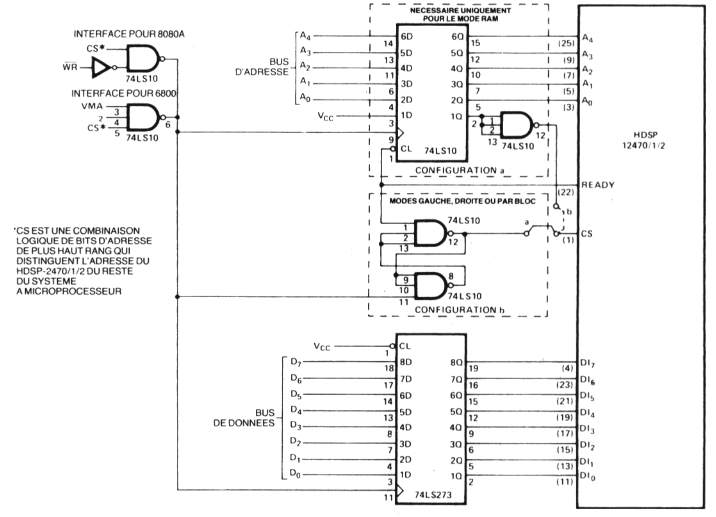


Figure 19. Interface a verrouillage pour le CONTROLEUR D'AFFICHAGE A MICROPROCESSEUR du HDSP-2470/2471/2472.

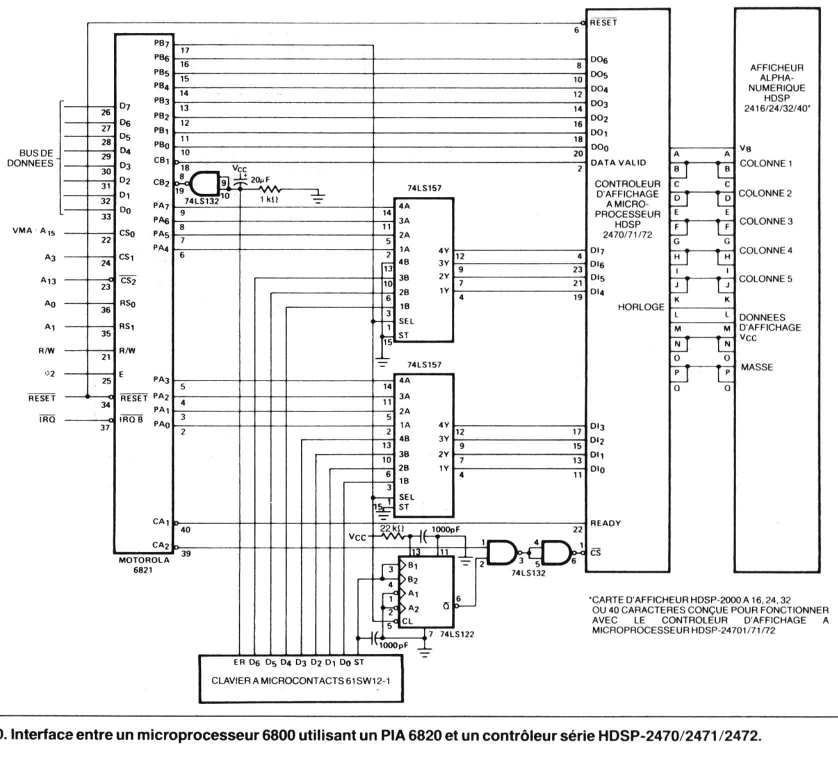


Figure 20. Interface entre un microprocesseur 6800 utilisant un PIA 6820 et un contrôleur série HDSP-2470/2471/2472.

```
* CONFIGURATION DES PORTS
* 1.  PORT A :
*       PA0-PA7 : SORTIES CONNECTEES A L'ENTREE DE DONNEES DU HDSP-247X
*       CA1 : MODE 00 (ENTREE). POSITIONNE UN INDICATEUR SUR LE FRONT NEGATIF DE
*       "READY"
*       CA2 : MODE 100 (SORTIE). EFFACE MPU. LIT PRA. ETABLIT FRONT NEGATIF DE
*       "READY"
* 1.  PORT B :
*       PB0-PB6 : ENTREES POUR LES DONNEES SUR LE 6800 ISSUES DES SORTIES DE
*       DONNEES DU HDSP-247 X
*       CB1 : MODE 00 (ENTREE). POSITIONNE UN INDICATEUR SUR LE FRONT NEGATIF
*       DE "DATA VALID" (DONNEES VALIDES)
*       CB2 : MODE 000 (ENTREE). POSITIONNE UN INDICATEUR SUR LE FRONT NEGATIF
*       DE "ER KEY"
*       CB2 : MODE 001 (ENTREE). POSITIONNE UN INDICATEUR SUR LE FRONT NEGATIF
*       DE "ER KEY". CE QUI PRODUIT "IRQ"
*       PB7 : (SORTIE). A L'ETAT BAS VALIDE LA TRANMISSION DE PA0-PA7 VERS
*       LE MULTIPLEXEUR. A L'ETAT HAUT. VALIDE LA TRANSMISSION DU CLAVIER VERS
*       LE MULTIPLEXEUR

EM-      OBJET        CODE      INSTRUCTIONS EN LANGAGE SOURCE
PLACE-
MENT
      8008         PRA      EQU    $8008
      8008         DRA      EQU    $8008
      8009         CRA      EQU    $8009
      800A         PRB      EQU    $800A
      800A         DRB      EQU    $800A
      800B         CRB      EQU    $800B

                            ORG    $0000
0000               MESSAGE  RMB    2

                            ORG    $0100
0100               STATUS   RMB    1
0101               CURSOR   RMB    1
0102               DATA     RMB    32

                            ORG    $0400
0400  CE 0100      READ     LDX    I, STATUS
0403  B6 800A      LOOP1    LDA A  E, PRB       EFFACEMENT CB1 ET CB2
0406  5F                    CLR B
0407  5C           LOOP2    INC B
0408  B6 800B               LDA A  E, CRB
040B  2A FA                 BPL    LOOP2        ATTENTE DE "DATA VALID"
040D  C1 0A                 CMP B  I, 10        (DONNEES VALIDES)
040F  23 F2                 BLS    LOOP1
0411  C6 21                 LDA B  I, 33
0413  B6 800A      LOOP3    LDA A  E, PRB       LIT ET EFFACE CB1
0416  84 7F                 AND A  I, $7F
0418  A7 00                 STA A  X, 0         ENREGISTRE EN MEMOIRE VIVE
041A  B6 800B      LOOP4    LDA A  E, CRB
041D  2A FB                 BPL    LOOP4        ATTENTE DE "DATA VALID"
041F  08                    INX                 (DONNEES VALIDES)
0420  5A                    DEC B
0421  26 F0                 BNE    LOOP3        LIT LES DONNEES
0423  B6 800A               LDA A  E, PRB
0426  84 7F                 AND A  I, $7F
0428  A7 00                 STA A  X, 0
042A  39                    RTS

042B  DE 00        LOAD     LDX    D, MESSGE
042D  A6 00        LOOP10   LDA A  X, 0
042F  08                    INX
0430  81 FF                 CMP A  I, $FF       DERNIER MOT DE LA LIGNE
0432  27 0D                 BEQ    ENDL         SAUT UNE FOIS TERMINE
0434  B7 8008               STA A  E, PRA
0437  7D 8008               TST    E, PRA       EFFACEMENT DE CA1 ET CA2
043A  B6 8009      LOOP11   LDA A  E, CRA
043D  2A FB                 BPL    LOOP11       ATTENTE
043F  20 EC                 BRA    LOOP10
0441  DF 00        ENDL     STX    D, MESSGE
0443  39                    RTS

                            ORG    $0500
0500  7F 8009      START    CLR    E, CRA
0503  7F 800B               CLR    E, CRB
0506  86 FF                 LDA A  I, $FF
0508  B7 8008               STA A  E, DRA
050B  86 24                 LDA A  I, $24
050D  B7 8009               STA A  E, CRA
0510  86 80                 LDA A  I, $80
0512  B7 800A               STA A  E, DRB
0515  86 04                 LDA A  I, $04
0517  B7 800B               STA A  E, CRB

        * PROCEDURE DE STOCKAGE SUR SYSTEME HDSP-247X
051A  0E                    CLI
051B  7F 800A               CLR    E, PRB       PAS D'ACCES POSSIBLE DU CLAVIER
051E  BD 042B               JSR    E, LOAD      A PARTIR DU MULTIPLEXEUR

        * PROCEDURE POUR LIRE LES DONNEES DE SORTIE DU SYSTEME HDSP-247X
0521  7D 800A               TST    E, PRB       EFFACEMENT DE CB1, CB2
0524  86 80                 LDA A  I, $80
0526  B7 800A               STA A  E, PRB       VALIDATION DE LA TRANSMISSION DU CLAVIER VERS LE MULTIPLEXEUR
0529  86 0C                 LDA A  I, $0C
042B  B7 800B               STA A  E, CRB       VALIDATION DE IRQ
052E  0F                    SEI                 "IRQ" AUTORISE LA LECTURE PAR "JSR"
```

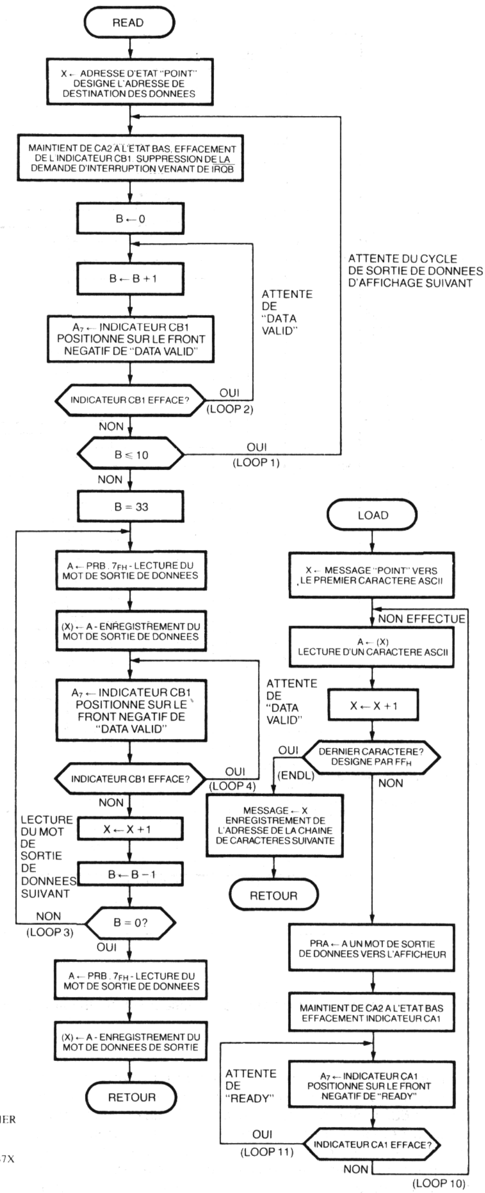


Figure 21. Programme du microprocesseur 6800 pour le fonctionnement avec le circuit représenté sur la figure 14.

APPLICATIONS

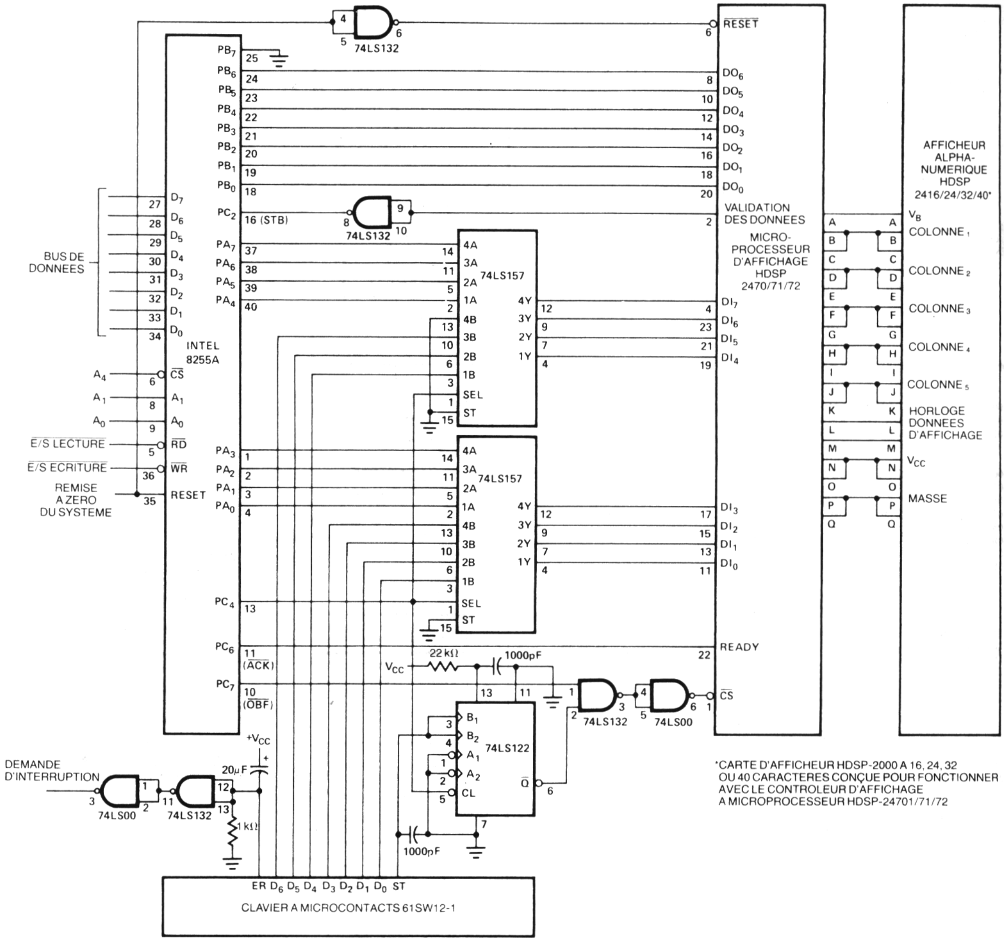


Figure 22. Interface entre un microprocesseur 8080A utilisant un PIA 8255 et un contrôleur série HDSP-2470/2471/2472.

mande d'entrée des données. Un signal provenant du clavier ("ER" dans cet exemple) positionne un indicateur dans le 6821. Selon la configuration du 6821, le microprocesseur peut soit vérifier l'indicateur soit l'autoriser à interrompre automatiquement le microprocesseur. Le sous-programme de lecture "READ" peut être alors utilisé pour transférer vers le système à microprocesseur les signaux de sortie de données du contrôleur. Le microprocesseur utilise l'entrée CB_1 du PIA 6821 pour déterminer le moment où il doit transférer vers le système chacun des 34 mots de données de sortie.

Les figures 22 et 23 représentent une interface PIA similaire pour le microprocesseur 8080A.

Les contrôleurs de la série HDSP-247X sont programmés en mode "Entrée à gauche" pour une chaîne d'afficheurs de 32 caractères. Si l'on désire un autre mode d'entrée ou une autre longueur de chaîne, il est nécessaire de charger le mot de commande approprié à partir du microprocesseur ou d'introduire un mot de commande pendant la procédure d'initialisation à la mise sous tension. Le contrôleur lit les lignes d'entrée de données pendant l'initialisation et interprète le contenu comme étant le mot de commande. On peut utiliser le circuit représenté sur la figure 24 pour charger n'importe quel mot pré-programmé désiré dans le contrôleur HDSP-247X, pendant la procédure de mise sous tension.

```
* CONFIGURATION DES PORTS
* 1. PORT A (SORTIE MODE 1) :
*       SORTIES PA0 A PA7 VERS L'ENTREE DE DONNEES DU HDSP-247X
*       SORTIE PC7 (OBF) VERS "CHIP SELECT" (SELECTION CIRCUIT)
*       ENTREE PC6 (ACK) VERS "READY"
*       INDICATEUR PC7 (OBF) EFFACE PAR "OUTPUT" (SORTIE) : POSITIONNE PAR "READY"
* 1. PORT B (ENTREE MODE 1) :
*       ENTREES DE DONNEES PB0 A PB6 PROVENANT DE LA SORTIE DE DONNEES
*       DU HDSP-247X
*       ENTREE PC2 (STB) : CHARGE DES DONNEES SUR LE FRONT NEGATIF DE
*       "DATA VALID" (DONNEES VALIDES)
*       INDICATEUR PC0 (INTR) EFFACE PAR "INPUT" POSITIONNE PAR "DATA VALID"
*       (DONNEES VALIDES)
* 3. PORT C :
*       SORTIE PC4: A L'ETAT BAS VALIDATION PA0 A PA7 VERS HDSP-247X, A L'ETAT HAUT
*       VALIDATION CLAVIER VERS HDSP-247X

EM-
PLACE-  OBJET       CODE    INSTRUCTION EN LANGAGE SOURCE
MENT
000C                PA      EQU   0CH
000D                PB      EQU   0DH
000E                PC      EQU   0EH
000F                CNTRL   EQU   0FH

                            ORG   0E000H
E000  02 E0         ASCII   DW    TEXT
E002  00            TEXT    DS    32

                            ORG   0E100H
E100  00            STAT    DB    0
E101  00            ADDR    DB    0
E102  00            DATA    DS    32

                            ORG   0E400H
E400  F3            READ    DI
E401  F5                    PUSH  PSW
E402  E5                    PUSH  H
E403  C5                    PUSH  B
E404  0E 20                 MVI   C, 32
E406  21 00 E1              LXI   H, STAT      PREMIER MOT
E409  DB 0D                 IN    PB           EFFACE INTR
E40B  06 00         LOOP1   MVI   B, 0
E40D  DB 0E         LOOP2   IN    PC
E40F  04                    INR   B
E410  1F                    RAR
E411  D2 0D E4              JNC   LOOP2        ATTENDRE INTR
E414  3E 0A                 MVI   A, 10
E416  B8                    CMP   B
E417  DB 0D                 IN    PB
E419  D2 0B E4              JNC   LOOP1        ATTENDRE MOT D'ETAT
E41C  77            LOOP3   MOV   M, A         STOCKER SUR RAM
E41D  23                    INX   H
E41E  DB 0E         LOOP4   IN    PC
E420  1F                    RAR
E421  D2 1E E4              JNC   LOOP4        ATTENDRE INTR
E424  DB 0D                 IN    PB
E426  0D                    DCR   C
E427  C2 1C E4              JNZ   LOOP3
E42A  77                    MOV   M, A         STOCKER DERNIER MOT
E42B  C1                    POP   B
E42C  E1                    POP   H
E42D  F1                    POP   PSW
E42E  FB                    EI
E42F  C9                    RET

E430  2A 00 E0      LOAD    LHLD  ASCII        PREMIER MOT DU MESSAGE
E433  7E            LOOP5   MOV   A, M
E434  FE FF                 CPI   0FFH         VERIFIER EXECUTION
E436  CA 45 E4              JZ    ENDL
E439  D3 0C                 OUT   PA           SORTIE VERS AFFICHEUR
E43B  23                    INX   H
E43C  DB 0E         LOOP6   IN    PC
E43E  17                    RAL
E43F  D2 3C E4              JNC   LOOP6        ATTENDRE
E442  C3 33 E4              JMP   LOOP5        MOT SUIVANT
E445  23            ENDL    INX   H
E446  22 00 E0              SHLD  ASCII
E449  C9                    RET

E44A  3E A7         START   MVI   A, 0A7H      SORTIE PA, ENTREE PB
E44C  D3 0F                 OUT   CNTRL
E44E  3E 0C                 MVI   A, 0CH       EFFACER INTE A
E450  D3 0F                 OUT   CNTRL
E452  3E 05                 MVI   A, 05H
E454  D3 0F                 OUT   CNTRL        GENERE INTE B

                    PROCEDURE DE STOCKAGE SUR HDSP-247X
E456  3E 08                 MVI   A, 08H
E458  D3 0F                 OUT   CNTRL        VALIDE COTE A DU MULTIPLEXAGE
E45A  CD 30 E4              CALL  LOAD

                  * PROCEDURE DE LECTURE DES DONNEES EN SORTIE DU SYSTEME HDSP-247X
E45D  3E 09                 MVI   A, 09H
E45F  D3 0F                 OUT   CNTRL        VALIDE COTE B DU MULTIPLEXAGE
E461  FB                    EI                 "INT" DOIT APPELER "READ"
```

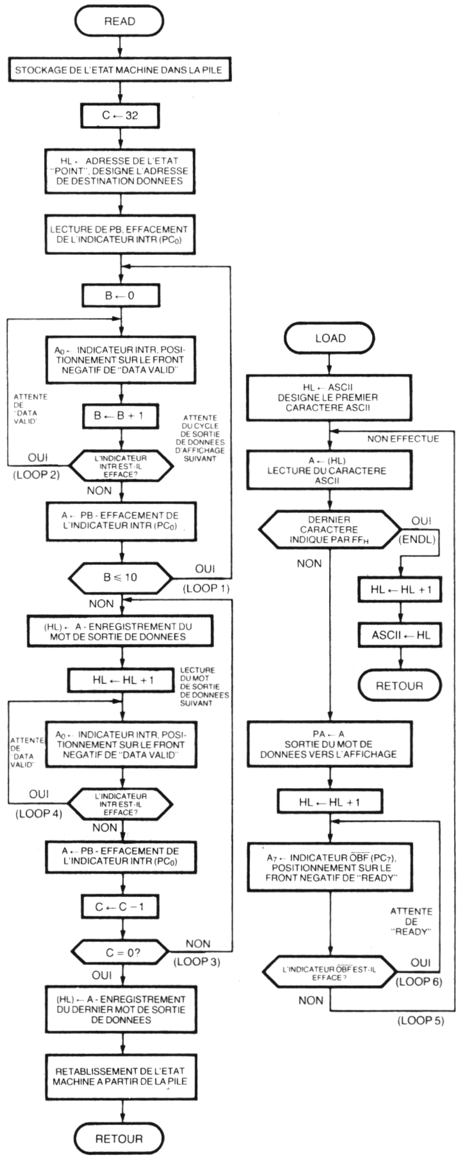


Figure 23. Programme d'interface entre microprocesseur 8080A et circuits de la figure 17.

APPLICATIONS

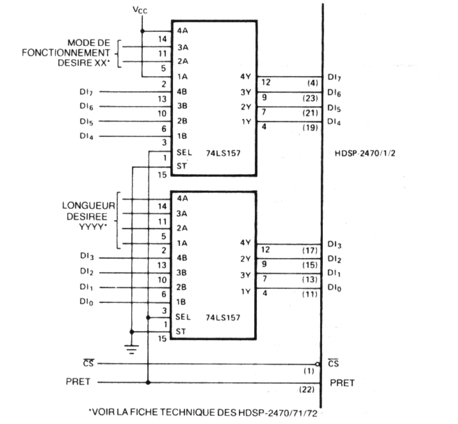


Figure 24. Circuit externe pour stocker un mot de commande dans le système alphanumérique HDSP-2470/2471/2472 à l'initialisation.

DISSIPATION DE PUISSANCE DE L'AFFICHEUR

Le HDSP-2000 réunit en un très petit boîtier de nombreuses fonctions logiques et fonctions d'affichage. De ce fait, la dissipation de puissance du dispositif est relativement élevée et la conception thermique du montage de l'afficheur s'avère être une considération importante. Le HDSP-2000 est réalisé pour fonctionner sur une gamme étendue de températures et de tensions d'alimentation. La conception d'un radiateur capable de maintenir une température de jonction inférieure à 125 °C pour un système à plusieurs boîtiers dans lequel toutes les entrées électriques fonctionnent à la tension et au courant maximaux serait au mieux difficile. Cependant, dans la quasi-totalité des applications, la dissipation de puissance réelle n'est qu'une faible fraction de la dissipation de puissance maximale, puisque V_{col} est inférieure à 5,25 V, certaines des 35 DEL seulement sont éclairées simultanément et le rapport cyclique n'est jamais égal à 20%. Le calcul de la dissipation de puissance est important car le résultat est dans une large mesure fonction de paramètres de circuits externes. Le fait de minimiser la dissipation de puissance réduit l'utilisation des dispositifs de dissipation de chaleur exigés pour les afficheurs. En outre, selon le modèle d'Arrhénius, une diminution de 10 °C de la température de jonction augmente de 40 % la fiabilité d'un afficheur. Ainsi, une dissipation de puissance réduite ou une meilleure évacuation de la chaleur peuvent également augmenter la fiabilité du système d'affichage.

Il est possible de calculer la dissipation de puissance dans la famille d'afficheurs HDSP-2000 en utilisant les formules suivantes :

$$P_D = P(I_{CC}) + P(I_{REF}) + P(I_{COL}) \quad (7)$$

avec :

$$P(I_{CC}) = I_{CC1}\, V_{CC} \quad (8)$$

lorsque V_{CC} est appliquée de façon continue à l'afficheur

$$P(I_{CC}) = I_{CC1}\, V_{CC}\, (t + T) / (t + T + T_B) \quad (9)$$

lorsque V_{CC} est interrompue pendant la durée T_B

avec :

$$P(I_{REF}) = (I_{CC2} - I_{CC1})\, V_{CC}\, (n/35) \quad (10)$$

lorsque V_B est reliée à V_{CC} et V_{CC} appliquée de façon continue à l'afficheur

$$P(I_{REF}) = 5\, (I_{CC2} - I_{CC1})\, V_{CC}\, (n/35)\ R.C. \quad (11)$$

lorsque V_B est au niveau logique 0 pendant les durées t et T_B

avec :

$$P(I_{COL}) = 5\, I_{COL}\, V_{COL}\, (n/35)\ R.C. \quad (12)$$

avec :

n = nombre moyen de diodes éclairées par caractère

R.C. = durée d'excitation de colonne, d'après l'équation (1) ou (5)

$I_{CC1} = I_{CC}\ (V_B = 0{,}4\ V)$

$I_{CC2} = I_{CC}\ (V_B = 2{,}4\ V)$

$P(I_{CC})$ est la puissance dissipée dans les circuits logiques du registre à décalage. $P(I_{CC})$ est constante, indépendamment de n ou R.C., tant que la tension est appliquée à la broche V_{CC}. Cependant, pour un R.C. faible, on peut interrompre I_{CC} pendant la durée d'effacement de l'affichage. $P(I_{REF})$ est la puissance dissipée dans les circuits logiques de commande de la sortie du type "miroir" de courant. Elle ne sera donc dissipée que si la sortie du registre à décalage et l'entrée V_B sont toutes deux au niveau logique 1. $P(I_{COL})$ est la puissance dissipée dans les DEL et les sorties à courant constant lorsque la tension V_{COL} est appliquée et que les DEL sont éclairées.

Comme le prouve les formules (7) à (12), plusieurs techniques peuvent être utilisées pour réduire la dissipation de puissance totale, à savoir :

- réduire n
- réduire V_{COL}
- réduire R.C.
- réduire V_{CC}
- couper V_{CC} lorsque l'afficheur est effacé.

Dans la plupart des applications, n ≤ 20 points. Par exemple, le générateur de caractères HDSP-2470 comporte 3 caractères composés de 20 points éclairés (#, @, B), 1 caractère composé de 19 points éclairés (0) et 6 caractères composés de 18 points éclairés A, D, E, M, R, W). En programmant avec une PROM personnalisée, il est possible de modifier ces 4 symboles (#, @, B, 0) pour réduire le nombre total de points éclairés à 18 ou moins. Le nombre moyen de points éclairés concernant les 36 symboles alphabétiques et numériques correspond à 14,7. Les calculs supposent que tous les caractères ont le même nombre de points éclairés. Cette hypothèse peut conduire à surévaluer la dissipation de puissance maximale si l'application considérée comporte un nombre fixe d'espaces dans l'affichage.

Au-dessus des valeurs de V_{COL} égales à 2,4 V pour des dispositifs rouges standard et à 2,75 V pour des dispositifs au GaP, I_{COL} est presque constant. Bien qu'il soit possible de commander les colonnes de l'afficheur HDSP-2000 en utilisant une tension continue redressée à double alternance et non régulée, on peut parvenir à une plus faible dissipation de puissance en utilisant une alimentation V_{CC} régulée. V_{COL} est alors égale à V_{CC} moins la tension de saturation collecteur-émetteur aux bornes des transistors de commutation de colonne. La valeur minimale recommandée de V_{COL} étant de 2,4 V ou 2,75 V, on peut utiliser des transistors Darlington PNP avec une diode au silicium en série avec l'émetteur afin de diminuer la puissance dissipée dans l'afficheur.

L'intensité lumineuse en moyenne temporelle pour l'afficheur est égale au produit de l'intensité lumineuse de crête donnée sur la fiche technique, par le rapport cyclique R.C. Ainsi, une réduction du R.C. réduit non seulement la puissance dissipée mais également la moyenne temporelle de l'intensité lumineuse. Pour la plupart des applications en lumière intérieure, un R.C. de 10 % pour des afficheurs rouges standard et 5 % pour des afficheurs au GaP donne une intensité lumineuse satisfaisante. A titre d'exemple, le système HDSP-2470, à 40 caractères, a un R.C. DE 11,6 %. Un R.C. supérieur ou égal à 17 % est cependant recommandé pour des applications exigeant une visibilité en lumière solaire pour les afficheurs au GaP.

Les dispositifs de la famille d'afficheurs alphanumériques HDSP-2000 nécessitent une alimentation de 5 volts avec une tolérance de 5 %. Une alimentation ayant une tolérance plus précise réduira également la puissance dissipée dans l'afficheur.

On peut interrompre I_{CC} tant que l'afficheur est effacé. Le mode opératoire est alors le suivant : on met l'afficheur sous tension ; on charge une information dans le registre à décalage ; on excite les colonnes ; et on interrompt ensuite le courant de colonne, V_B et V_{CC} jusqu'au cycle de rafraîchissement de colonne suivant. Pour un R.C. faible, ceci peut réduire notablement la puissance dissipée dans l'afficheur. Lorsque le R.C. augmente, l'afficheur est effacé pendant une plus courte partie du cycle de rafraîchissement et la réduction de puissance est moins élevée. Lorsque la durée d'effacement est égale à zéro, la réduction de puissance est aussi égale à zéro.

A titre d'exemple, il est possible de calculer de la manière indiquée ci-dessous la dissipation de puissance maximale pour un afficheur HDSP-2000 à 4 caractères ($n = 20$, $V_{COL} = 3{,}5$ V, $V_B = 2{,}4$ V, R.C. $= 17{,}5$ %, $V_{CC} = 5{,}25$ V) :

$$P(I_{CC}) = (60\text{ mA})(5{,}25\text{ V}) = 315\text{ mW} \quad (13)$$

$$P(I_{REF}) = 5\,(95\text{ mA} - 60\text{ mA})(5{,}25\text{ V})(20/35)(0{,}175) = 92\text{ mW} \quad (14)$$

$$P(I_{COL}) = 5\,(410\text{ mA})(3{,}5\text{ V})(20/35)(0{,}175) = 718\text{ mW} \quad (15)$$

$$P_D = P(I_{CC}) + P(I_{REF}) + P(I_{COL}) = 1125\text{ mW} \quad (16)$$

	Conditions de fonctionnement pour la dissipation de puissance maximale (sauf spécification contraire)	**Dissipation de puissance**	**Conditions de fonctionnement pour la dissipation de puissance typique** (sauf spécification contraire)	**Dissipation de puissance**
Hypothèses utilisées	$V_{CC} = 5{,}25$ V $V_{COL} = 3{,}5$ V n = 20 R.C. = 0,175 V_B = 0 état logique pendant t (et T_B) $T_B = 0$	1,12 W	$V_{CC} = 5$ V $V_{COL} = 3$ V n = 15 R.C. = 0,175 V_B = 0 état logique pendant t (et T_B) $T_B = 0$	0,65 W
1. Réduction de n	n = 18	1,04 W		
2. Réduction de n et V_{COL}	n = 18 $V_{COL} = 3$ V	0,95 W		
3. Réduction de V_{COL}	$V_{COL} = 3$ V	1,02 W	$V_{COL} = 2{,}4$ V	0,58 W
			$V_{COL} = 2{,}75$ V	0,62 W
4. Réduction de R.C.	R.C. = 0,10	0,78 W	R.C. = 0,10	0,47 W
	R.C. = 0,05	0,55 W	R.C. = 0,05	0,35 W
5. Réduction de V_{COL} et de R.C.	$V_{COL} = 3$ V R.C. = 0,10	0,72 W	$V_{COL} = 2{,}4$ V R.C. = 0,10	0,43 W
	$V_{COL} = 3$ V R.C. = 0,05	0,52 W	$V_{COL} = 2{,}75$ V R.C. = 0,05	0,34 W
6. Réduction de R.C. Coupure de V_{CC} pendant T_B	R.C. = 0,10 X = 0,625	0,66 W	R.C. = 0,10 X = 0,625	0,39 W
	R.C. = 0,05 X = 0,375	0,45 W	R.C. = 0,05 X = 0,375	0,21 W
7. Réduction de V_{COL}, réduction de R.C., coupure de V_{CC} pendant T_B	$V_{COL} = 3$ V R.C. = 0,10 X = 0,625	0,60 W	$V_{COL} = 2{,}4$ V R.C. = 0,10 X = 0,625	0,34 W
	$V_{COL} = 3$ V R.C. = 0,05 X = 0,375	0,32 W	$V_{COL} = 2{,}75$ V R.C. = 0,05 X = 0,375	0,20 W

avec $X = \left(\dfrac{t + T}{t + T + T_B} \right)$

Figure 25. Dissipation de puissances maximale et typique pour les afficheurs alphanumériques HDSP-2000/2/3 et HDSP-2300.

De la même manière, on peut calculer de la façon suivante la dissipation de puissance typique pour un afficheur à 4 caractères HDSP-2000 (n = 15, V_{COL} = 3 V, R.C. = 17,5 %, V_{CC} = 5 V) :

$$P(I_{CC}) = (45\ mA)\ (5\ V) = 225\ mW \quad (17)$$

$$P(I_{REF}) = 5\ (73\ mA - 45\ mA)\ (5\ V)\ (15/35)\ (0{,}175) = 52\ mW \quad (18)$$

$$P(I_{COL}) = 5\ (335\ mA)\ (3\ V)\ (15/35)\ (0{,}175) = 377\ mW \quad (19)$$

$$P_D = P(I_{CC}) + P(I_{REF}) + P(I_{COL}) = 654\ mW \quad (20)$$

La figure 25 illustre diverses dissipations de puissances typiques pour d'autres valeurs de n, V_{COL}, R.C., V_{CC}. On notera que pour un R.C. de 17,5 % qui conviendrait à une application exigeant une visibilité en lumière solaire, la dissipation de puissance maximale peut être réduite à moins de 1 W, tandis que la dissipation de puissance typique peut être réduite à 0,60 W. Dans la plupart des utilisations en lumière intérieure, le R.C. peut être réduit à 10 % pour des afficheurs rouges standard et à 5 % pour des afficheurs au GaP. Dans ces conditions, la dissipation de puissance maximale est de 0,72 W ou de 0,52 W et la dissipation de puissance typique de 0,43 W ou 0,34 W. Ainsi, dans le cadre d'applications où la consommation d'énergie est un facteur important, on peut utiliser des afficheurs au GaP. L'interruption de V_{CC} lorsque l'afficheur est effacé peut réduire davantage la dissipation de puissance. De cette manière, celle-ci peut être réduite à 0,32 W et la dissipation de puissance typique à 0,20 W pour les afficheurs au GaP.

CONSIDERATIONS RELATIVES A LA DISSIPATION THERMIQUE

Pour le fonctionnement à la température maximale de 85 °C, il est important de respecter les critères suivants :

a. $T_{PIN} \leqslant 100$ °C

avec T_{PIN} = température de la broche la plus chaude

b. $T_J \leqslant 125$ °C.

Le tableau 2 indique la résistance thermique jonction-boîtier du CI, soit θ_{JC}, ou la résistance thermique jonction-broche, soit $\theta_{J\text{-}PIN}$. En utilisant ces facteurs, il est possible de déterminer la capacité de dissipation de puissance du radiateur nécessaire et la réduction de puissance associée, à l'aide des équations suivantes :

$$T_* = \theta_{*A}\, P_D + T_A \quad (21)$$

$$T_J = T_* + \theta_{J*}\, P_D \quad (22)$$

avec :

$*$ = Broche ou Boîtier.

Tableau 2. Résistance thermique des dispositifs

Dispositif	θ_{JC}	$\theta_{J\text{-}PIN}$
Série HDSP-2000	20 °C/W	25 °C/W
Série HDSP-2300	7,5 °C/W	10 °C/W
Série HDSP-2490	7,5 °C/W	13 °C/W

Par exemple, sur la base d'une résistance thermique $\theta_{PIN\text{-}A}$ de 35 °C/W, d'une température ambiante de 60 °C et des conditions de fonctionnement indiquées dans les équations (13), (14) et (16), on peut calculer de la manière indiquée ci-dessous les températures T_{PIN} et T_J pour la famille HDSP-2000 :

$$T_{PIN} = (35\ °C/W)\ (1{,}12\ W) + 60\ °C = 99\ °C \quad (23)$$

$$T_J = 99\ °C + (25\ °C/W)\ (1{,}12\ W) = 99\ °C + 28\ °C = 127\ °C \quad (24)$$

La conception de radiateurs pour la famille d'afficheurs HDSP-2000 peut être réalisée de diverses manières. Pour les applications à une seule rangée d'afficheurs, on peut utiliser une carte de circuits imprimés métallisée, comme celle qui est représentée sur la figure 26. A titre d'exemple, les cartes d'afficheurs HDSP-2416/-2424/-2432/-2440 comprennent des afficheurs HDSP-2000 à 16, 24, 32 ou 40 caractères montés sur une carte de circuits imprimés métallisée. La carte de circuits imprimés HDSP-2432 mesure 58,4 mm sur 163 mm et elle a une résistance thermique $\theta_{PIN\text{-}A}$ d'environ 45 °C/W par boîtier, pour un circuit imprimé portant un revêtement de cuivre de 14 g. Ces cartes d'afficheurs sont prévues pour le fonctionnement en convection naturelle à 55 °C et jusqu'à 70 °C avec refroidissement par circulation d'air, à 4,2 m³/mn, dans une direction normale à la face arrière de la carte, pour des afficheurs travaillant à une puissance P_D de 1 watt ou moins.

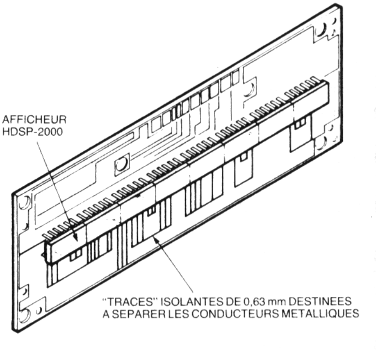


Figure 26. Circuit imprimé métallisé pour les afficheurs HDSP-2000.

CONCEPTION DU RADIATEUR POUR UN FONCTIONNEMENT SUPERIEUR A 70 °C

Il est possible d'obtenir une température de fonctionnement de 85 °C en convection naturelle en montant un radiateur sur l'afficheur. La figure 27 représente un radiateur constitué de deux parties qui peut être assemblé en utilisant deux pièces extrudées différentes. Dans cette structure, les ailettes verticales favorisent le transfert de chaleur dû à la convection naturelle. Il faut veiller à établir un bon chemin thermique entre les deux parties du radiateur. Pour optimiser la puissance admissible, il est nécessaire de maximiser l'aire de contact de transfert de chaleur entre la métallisation de la carte de circuit imprimé et le radiateur. On peut utiliser une feuille de caoutchouc en silicone, conducteur de chaleur, pour isoler la carte de circuits imprimés. Des structures de radiateur similaires à celles illustrées en figure 27 présentent une résistance thermique typique, θ_{PIN-A}, de 14 °C/W par boîtier pour un afficheur de 32 caractères.

Des barres de cuivre ou d'aluminium montées sous les afficheurs peuvent également être employées pour dissiper la chaleur du système d'affichage. La chaleur qui est générée dans les afficheurs est transmise vers la barre à travers le substrat en céramique. Les extrémités de la barre sont montées sur un radiateur ou sur un panneau frontal en métal. On peut isoler la barre par rapport aux broches des afficheurs et à la carte de circuits imprimés à l'aide d'une feuille de caoutchouc en silicone conducteur de chaleur. La figure 28 montre une plaque de métal avec des fentes fraisées dans la plaque pour chaque rangée d'afficheurs, de façon à ce que les afficheurs de chaque rangée horizontale soient montés à cheval sur une barre.

La figure 29 représente un modèle de résistance thermique applicable à cette technique d'évacuation de la chaleur. Ce modèle suppose que toute la chaleur générée dans le système d'affichage soit émise au centre de chaque boîtier d'afficheur et que les extrémités de la barre soient reliées à un radiateur idéal. On peut calculer, de la manière indiquée ci-dessous, l'élévation de température de la partie centrale de l'afficheur sur la barre :

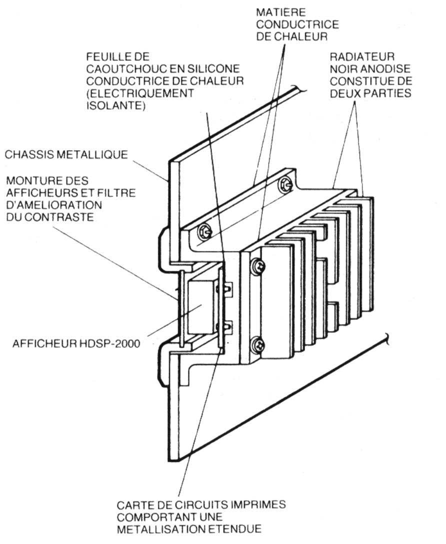


Figure 27. Radiateur constitué de deux parties pour les HDSP-2000.

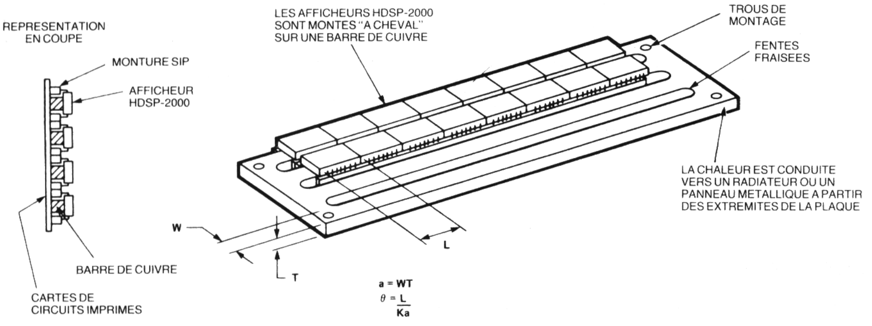


Figure 28. Radiateur pour plusieurs rangées d'afficheurs HDSP-2000.

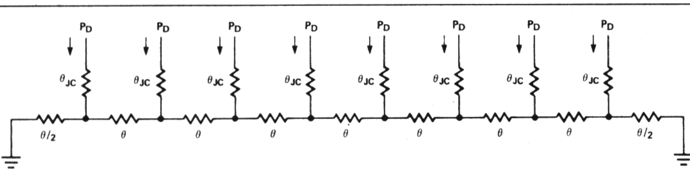


Figure 29. Modèle de résistance thermique pour le radiateur à plusieurs rangées d'afficheurs HDSP-2000.

$$T_C = 4(\theta/2)\,P_D + 3\theta P_D + 2\theta P_D + \theta P_D + T_A$$
$$= 8\theta P_D + T_A \qquad (25)$$

Pour des rangées d'afficheurs comprenant un nombre pair de n afficheurs, on peut calculer la température de boîtier (partie centrale de celui-ci) des afficheurs à l'aide de la formule suivante :

$$T_C = (n^2/8)\,\theta P_D + T_A \qquad (26)$$

Il est possible de déterminer l'efficacité de ce type de radiateur en calculant la résistance thermique de chaque section de barre sous chaque afficheur :

$$\theta = \frac{L}{Ka} \qquad (27)$$

avec :
L = longueur de barre sous chaque afficheur, en mm
K = conductivité thermique de la barre, en W/mm °C (0,3937 W/mm °C pour le cuivre)
a = aire de section droite de la barre, en mm^2.

Si les afficheurs sont montés sur un support tel que le Robinson Nugent SB-25-100-G, la section transversale de la barre correspondrait à une épaisseur de 6,35 mm multipliés par l'écartement des broches entre les rangées de l'afficheur moins 2,54 mm. θ peut être ainsi calculé de la manière indiquée ci-dessous :

Famille HDSP-2000

$$\theta = \frac{17{,}8\ \text{mm}}{(0{,}3937\ \text{W/mm °C})\,(6{,}35\ \text{mm})\,(5{,}08\ \text{mm})} = 1{,}40\ \text{°C/W} \qquad (28)$$

Famille HDSP-2300

$$\theta = \frac{20{,}3\ \text{mm}}{(0{,}3937\ \text{W/mm °C})\,(6{,}35\ \text{mm})\,(3{,}81\ \text{mm})} = 2{,}13\ \text{°C/W} \qquad (29)$$

Famille HDSP-2490

$$\theta = \frac{35{,}6\ \text{mm}}{(0{,}3937\ \text{W/mm °C})\,(6{,}35\ \text{mm})\,(12{,}7\ \text{mm})} = 1{,}12\ \text{°C/W} \qquad (30)$$

On peut calculer les températures T_C et T_J pour un afficheur HDSP-2000 à 32 caractères comportant une barre de cuivre montée sous la rangée des afficheurs en fonction d'une température ambiante de 85 °C et des conditions de fonctionnement indiquées dans les équations (13), (14), (15) et (16) :

$$T_C = 8\,(1{,}40\ \text{°C/W})\,(1{,}12\ \text{W}) + 85\ \text{°C}$$
$$= 98\ \text{°C} \qquad (31)$$

En ajoutant l'élévation de température jonction-boîtier qui est indiquée par l'équation (22), on peut calculer la température T_J de la façon suivante :

$$T_J = 98\ \text{°C} + (20\ \text{°C/W})\,(1{,}12\ \text{W})$$
$$= 98\ \text{°C} + 22\ \text{°C}$$
$$= 120\ \text{°C} \qquad (32)$$

COMMANDE D'INTENSITE

La commande de l'intensité selon le niveau d'éclairage ambiant est une considération importante en ce qui concerne l'intensité de l'affichage. Dans un environnement sombre, un affichage très lumineux fatigue rapidement l'observateur. Inversement, dans des environnements très lumineux, un affichage peu distinct est difficile ou même impossible à lire, il entraîne une fatigue de l'observateur et des taux d'erreurs élevés. La famille d'afficheurs HDSP-2000 convient parfaitement à des éclairages ambiants très divers car il est possible de faire varier l'intensité de ces afficheurs suivant une plage très étendue. Le retard de propagation entre le signal d'entrée V_B et l'instant où les DEL s'éclairent ou s'éteignent est inférieur à une microseconde, ce qui permet des variations dynamiques de plus de 2000/1 concernant l'intensité lumineuse d'affichage à une cadence de rafraîchissement de 100 Hz.

La figure 30 représente une technique qui commande automatiquement l'intensité d'affichage sur une plage de 10/1 en fonction de l'intensité lumineuse ambiante. Ce circuit intègre un multivibrateur monostable qui est déclenché par l'impulsion de validation de colonne. Un photoconducteur détermine la durée du signal de sortie du multivibrateur. A la fin d'une impulsion de validation de colonne, le multivibrateur est à nouveau déclenché pour assurer le blocage du courant de colonne avant la mise en œuvre d'une nouvelle séquence de chargement du registre à décalage de l'afficheur. On utilise le signal de sortie de ce circuit pour moduler soit les entrées V_B des afficheurs HDSP-2000, soit le circuit d'entrée de validation de colonne. Afin d'obtenir une réduction optimale de la puissance de l'afficheur, les deux entrées doivent être modulées.

Dans le circuit représenté par la figure 30, on peut remplacer la cellule photoélectrique par un potentiomètre de 50 kΩ dans le but de permettre la commande manuelle de l'intensité de l'affichage.

La figure 31 montre un circuit de réduction d'intensité lumineuse réglable manuellement offrant une plage d'intensité d'affichage très étendue. Avec une cadence de rafraîchissement d'affichage de 100 Hz, on peut parvenir à une dynamique d'intensité de 4000/1. On utilise le temporisateur Intersil ICM7555 en tant que multivibrateur monostable réamorçable. Le signal de sortie du temporisateur sert à moduler simultanément la largeur d'impulsion V_B, le courant de colonne de l'afficheur et le courant d'alimentation de l'afficheur. Initialement, le temporisateur maintient le condensateur de 100 pF déchargé. Au moment de la transition négative du signal d'entrée de déclenchement, le temporisateur devrait normalement permettre au condensateur de se charger, mais le transistor 2N3906 maintient le condensateur hors tension jusqu'à ce que l'entrée de déclenchement passe au niveau haut. Le condensateur est alors chargé par une source à courant constant formée par le réseau de transistors RCA CA3084. Dès que la tension aux bornes du condensateur atteint 2 V_{CC}/3, la sortie du temporisateur passe à l'état bas et le temporisateur décharge le condensateur. Le transistor 2N3906 décharge toujours le condensateur lorsque le signal de déclenchement est à l'état bas. Par conséquent la sortie du temporisateur demeure à l'état haut si la tension aux bornes du condensateur n'atteint pas 2 V_{CC}/3. On peut

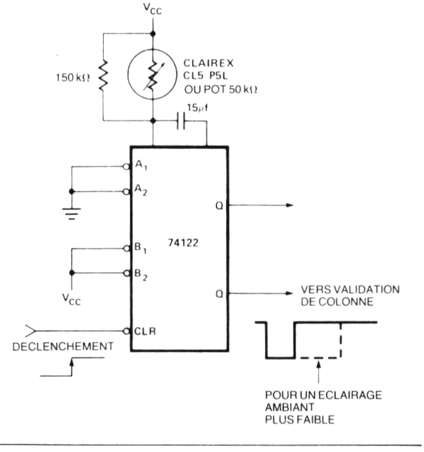


Figure 30. Commande de modulation d'intensité utilisant un multivibrateur monostable.

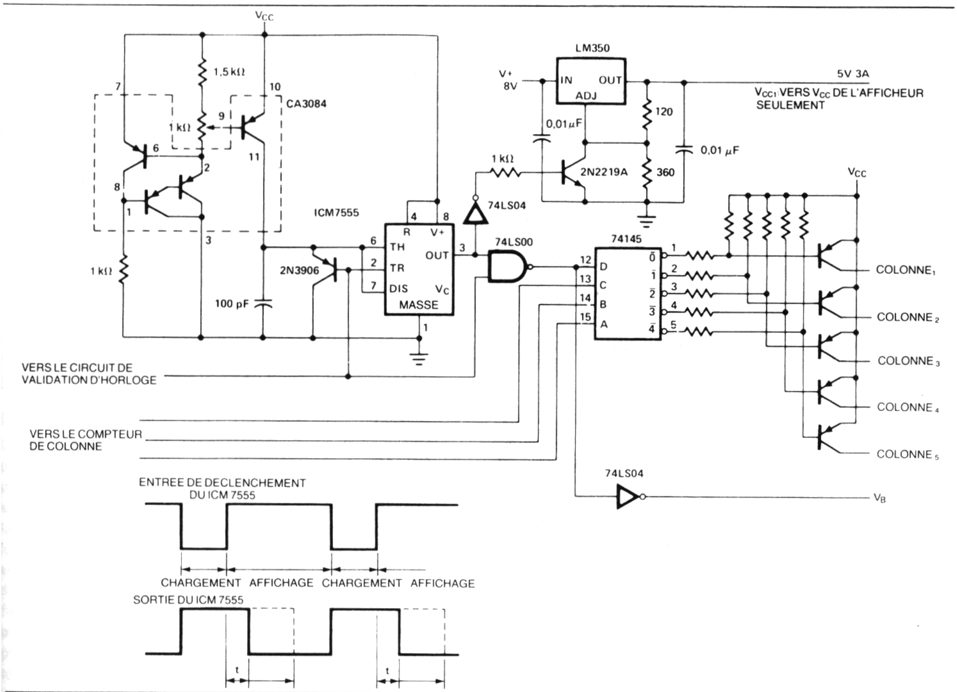


Figure 31. Commande de modulation d'intensité sur une plage étendue et commutation du courant I_{CC} de l'afficheur afin d'économiser l'énergie.

faire varier t de façon exponentielle de 0,5 µs à environ 1900 µs pour les valeurs indiquées. Q1 et Q2 étant des transistors monolithiques, t est relativement indépendant de la température.

La figure 31 illustre également un circuit permettant d'interrompre la tension V_{CC} par rapport aux afficheurs pendant la durée d'effacement de l'affichage. Lorsque le transistor 2N2219A est bloqué, le régulateur LM350 fournit une sortie régulée à 5 V, 3 A. Cependant, lorsque le transistor 2N2219A passe à l'état de conducteur, la tension de sortie du régulateur LM350 baisse pour atteindre 1,2 V, ce qui réduit I_{CC} à moins de 10 mA par afficheur. La charge capacitive du régulateur doit être minimisée autant que possible afin de maximiser la vitesse de commutation.

L'UNIFORMISATION EN INTENSITE ET EN COULEUR

L'intensité lumineuse et la longueur d'onde dominante des afficheurs à DEL peuvent varier suivant une plage étendue. S'il existe une trop grande différence entre l'intensité lumineuse ou la longueur d'onde dominante de caractères adjacents dans la rangée d'afficheurs, l'affichage ne sera pas satisfaisant pour l'utilisateur. Pour résoudre ce problème, tous les afficheurs HDSP-2000 sont classés par catégorie lumineuse. Une lettre précédant le code de date sur le boîtier correspond à la catégorie de chaque boîtier d'afficheur. Lorsqu'on assemble des chaînes d'afficheurs, tous les boîtiers d'une même chaîne doivent être de la même catégorie lumineuse. Ceci garantit une uniformité d'intensité satisfaisante des caractères. Chaque caractère de chaque boîtier appartenant à une catégorie donnée est compris dans un rapport d'intensité inférieur à 2/1. Ce rapport d'intensité entre caractères pour des afficheurs à matrice de points n'est généralement pas discernable pour l'œil humain.

L'œil humain étant très sensible à des variations de longueur d'onde dominante dans la région du jaune et du vert, tous les afficheurs jaunes et verts de la famille HDSP-2000 sont également classés par catégorie de couleur ou de longueur d'onde dominante. La catégorie de longueur d'onde dominante pour chaque afficheur est indiquée par un code numérique suivant le code alphabétique de catégorie lumineuse situé à l'arrière du boîtier. Les catégories de longueur d'onde dominante ont une largeur de 3,5 nm pour le jaune et de 4 nm pour le vert. Ces variations de longueur d'onde dominante ne sont généralement pas discernables par l'œil humain.

AMELIORATION DU CONTRASTE

Le contraste entre les éléments affichés et l'arrière-plan constitue une autre considération importante afin d'optimiser la présentation et la lisibilité de l'affichage. On peut obtenir un contraste élevé en plaçant un filtre sur l'afficheur. Si le filtre est correctement choisi, il transmet la lumière qui correspond aux éléments électroluminescents et atténue celle du fond.

Le choix du filtre est fonction du boîtier de l'afficheur à DEL, des conditions d'éclairage ambiant et de la présentation souhaitée du panneau frontal. Avec les afficheurs alphanumériques placés en intérieur dans des environnements lumineux, on peut utiliser un filtre chromatique en matière plastique ou en verre. Pour de forts éclairages ambiants, par exemple la lumière solaire, il est recommandé d'utiliser un polariseur circulaire à densité neutre inséré entre deux éléments en verre portant un revêtement optique. La figure 32 donne la liste des différents filtres appropriés à chaque couleur d'afficheur. Le lecteur souhaitant des renseignements supplémentaires est invité à se reporter à la Note d'Application 1015 qui traite de l'amélioration du contraste pour les afficheurs à DEL.

<table>
<tr><th rowspan="2">Couleur de l'afficheur</th><th colspan="3">Eclairage ambiant</th></tr>
<tr><th>Faible</th><th>Moyen</th><th>Elevé</th></tr>
<tr><td>HDSP-2XX0
Rouge
standard</td><td>Homalite
H100-1650
3M Panel Film
R6510
Panelgraphic
Dark Red 63
Ruby Red 60
Chequers Red
118
Rohm & Haas
2423</td><td>Homalite
H100-1266
Gray
H100-1250
Gray
H100-1230
Bronze
Rohm & Haas
2074 Gray
2370 Bronze</td><td></td></tr>
<tr><td>HDSP-2XX1
(Jaune)</td><td>Homalite
H100-1726
H100-1720
3M Panel Film
A5910
Panelgraphic
Yellow 27
Amber 23
Chequers
Amber 107</td><td rowspan="3">Polaroid
HNCP37
3M Light
Control film
N00220
Panelgraphic
Gray 15
Gray 10
Chequers
Gray 105</td><td rowspan="3">Polaroid
HNCP10</td></tr>
<tr><td>HDSP-2XX2
(Rouge haut
rendement)</td><td>Homalite
H100-1670
3M Panel Film
R6310
Panelgraphic
Scarlet Red
65
Chequers Red
112</td></tr>
<tr><td>HDSP-2XX3
(Vert HP)</td><td>Homalite
H100-1440
H100-1425
Panelgraphic
Green 48
Chequers
Green 107</td></tr>
</table>

Figure 32. Filtre d'amélioration du contraste.

HEWLETT PACKARD

NOTE D'APPLICATIONS 1017

Fiabilité des diodes électroluminescentes

INTRODUCTION

La technologie des afficheurs à diodes électroluminescentes présente de nombreuses caractéristiques intéressantes, parmi lesquelles la possibilité d'afficher des informations en rouge, en jaune, en vert ou en combinant ces couleurs, la réalisation de dispositifs hautes performances lisibles en lumière solaire directe, et le réglage de l'intensité variable en continu. Toutefois, l'une des raisons les plus courantes d'application d'un afficheur à DEL est le haut niveau de fiabilité de cet afficheur. Hewlett-Packard a acquis une place de choix dans l'établissement de normes de fiabilité pour les afficheurs à DEL, et la publication de documents relatifs aux performances de fiabilité.

Les données de fiabilité sont indispensables au choix d'un boîtier et à l'optimisation des performances de ce dispositif. La présente note d'applications explique comment utiliser les fiches de fiabilité publiées pour les afficheurs et indicateurs à DEL Hewlett-Packard.

La note commence par la description des boîtiers afficheurs et indicateurs à DEL. Elle définit et explique les pannes de ces dispositifs et présente les paramètres affectant la durée de vie utile, le taux de panne, et les performances obtenues par des tests mécaniques. On calculera, à titre d'exemple la fiabilité d'un système d'afficheurs à DEL.

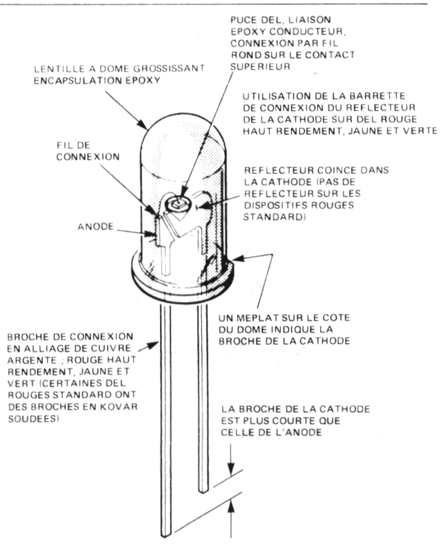


FIGURE 1 – Caractéristiques de construction de la DEL T-1 3/4 en plastique

Afficheurs et indicateurs HP

Hewlett-Packard offre un large éventail de composants pour indicateurs et afficheurs. Parmi les indicateurs, on trouve des DEL, des barrettes lumineuses et des échelles analogiques lumineuses. Les afficheurs comprennent des dispositifs numériques et alphanumériques.

La construction et le boîtier de la plupart des dispositifs à DEL sont similaires. Les DEL T-1 3/4, T-1, rectangulaires et subminiatures sont encapsulées sous boîtier époxy. La figure 1 représente les caractéristiques de construction de la DEL T-1 3/4. Les DEL hermétiques sont des dispositifs à entrefer, montés dans un boîtier TO-46.

Les grands afficheurs numériques sept segments, barrettes lumineuses et échelles analogiques lumineuses s'appellent des boîtiers à segments dilatés. Ces dispositifs sont fabri-

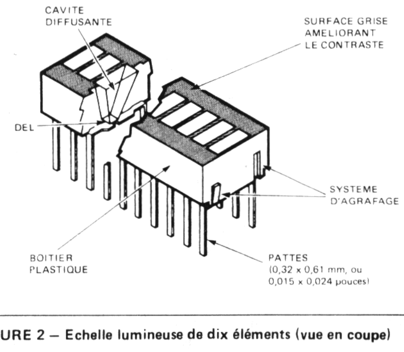


FIGURE 2 – Echelle lumineuse de dix éléments (vue en coupe)

APPLICATIONS

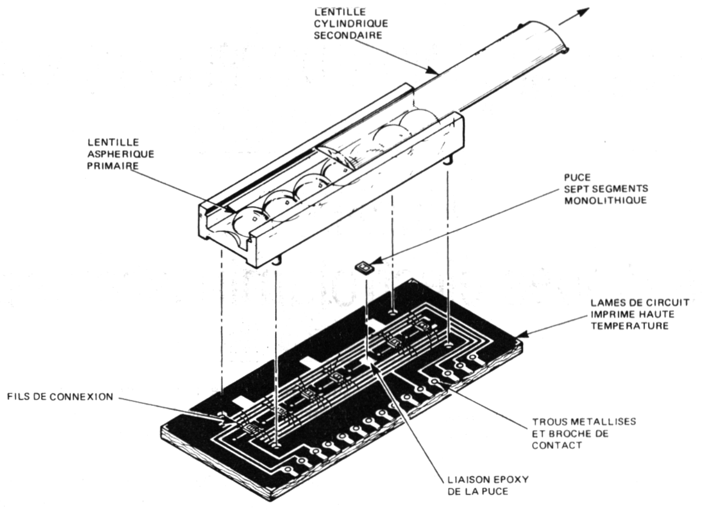


FIGURE 3 — Construction mécanique d'un afficheur monolithique monté sur une carte de circuit imprimé avec une lentille non immersive.

qués sur la base d'un concept d'étalement de la lumière en provenance d'une DEL, par diffusion et réflexion. Les puces de DEL sont supportées mécaniquement, et électriquement reliées par une barrette de connexion. Le boîtier en plastique appelé « scrambler » (alvéole) contient des cavités réfléchissantes jouant le rôle de conduits lumineux. Ces cavités sont remplies d'époxyde chargé de diffusant, afin d'assurer une illumination uniforme au niveau de la surface d'émission. La figure 2 illustre la construction d'une échelle analogique lumineuse.

Les afficheurs monolithiques comprennent des échelles analogiques et lumineuses, des dispositifs numériques et alphanumériques. Les segments électroluminescents individuels sont constitués par la diffusion de jonctions DEL séparées en une seule puce. Dans la plupart des cas, l'afficheur monolithique est grossi par une lentille externe. Les afficheurs monolithiques peuvent être classés en deux catégories de base, selon que la lentille est de type immersif ou non. Les lentilles à immersion sont constituées par le moulage d'une lentille époxy directement au-dessus de la puce DEL. Les lentilles non immersives comportent une couche d'air entre la puce de la DEL et la lentille d'époxy moulée séparément. Les caractéristiques de construction d'un afficheur monolithique avec une lentille non immersive vous sont présentées à la figure 3.

Les afficheurs numériques à matrices de points Hewlett-Packard comportent une matrice de points modifiée de 4 x 7. Celle-ci permet d'obtenir à la fois des dispositifs numériques décimaux et hexadécimaux. Ces dispositifs comprennent un circuit intégré sur la carte (OBIC) qui fonctionne à la manière d'un ensemble/bascule/décodeur/circuits de

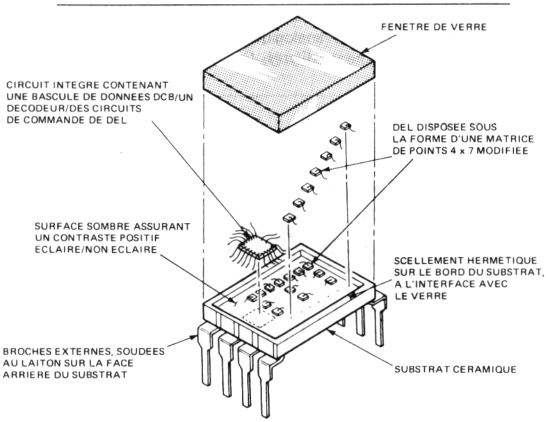


FIGURE 4 — Caractéristiques de construction d'un afficheur à DEL hermétique OBIC (à circuit intégré sur la carte)

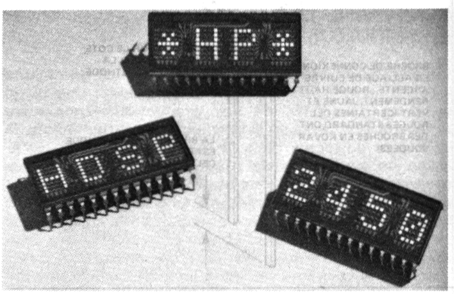


FIGURE 5 — Série HDSP-2450 d'afficheurs alphanumériques 5 x 7 hermétiques, à gamme de température étendue

commande. La figure 4 représente les caractéristiques de construction d'un dispositif numérique hermétique à matrice de points. Outre le boîtier hermétique, des boîtiers encapsulés sous époxy et scellés epoxy sont disponibles pour les afficheurs numériques à matrices de points.

L'afficheur alphanumérique à matrices de points a été conçu par Hewlett-Packard pour permettre d'obtenir un sous-système d'affichage d'informations haute résolution. Chacun des caractères du boîtier constitué de quatre caractères, se compose d'un ensemble 5 x 7 de DEL qui peut afficher une gamme complète de caractères alphanumériques et autres symboles (voir figure 5). Les afficheurs alphanumériques à matrices de points Hewlett-Packard assurent le stockage sur la carte des données décodées, plus des circuits de commande à courant constant, pour chacune des 28 lignes de l'affichage à quatre caractères. Ces boîtiers hermétiques et scellés époxy ont des caractéristiques de construction similaires à celles des dispositifs numériques à matrices de points.

CARACTERISTIQUES DU TAUX DE PANNE DES DEL

On définit la panne comme l'incapacité pour un dispositif d'assurer les fonctions pour lesquelles il est prévu. Il est essentiel de comprendre la manière dont les afficheurs à DEL tombent en panne, pour améliorer la fiabilité de ces afficheurs ainsi que celle des systèmes dans lesquels on les utilise.

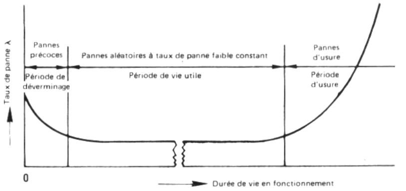


FIGURE 6 – Courbe du taux de panne typique

Les dispositifs à DEL présentent des pannes de deux types : paramétriques ou catastrophiques. Une panne paramétrique se produit lorsque le dispositif n'est pas conforme aux spécifications optiques ou électriques prévues par la fiche technique. Une panne paramétrique n'entraînera généralement pas de panne de l'afficheur, avec des circuits de commande typiques. Un exemple de panne paramétrique est la dégradation de l'intensité, présentée dans la suite de cette note d'applications.

Les pannes catastrophiques se définissent comme des paramètres dépassant les limites de la fiche de données, à un degré susceptible de causer la défaillance de l'afficheur. Dans le cas des DEL, des afficheurs à segments et des afficheurs monolithiques, les pannes catastrophiques ont pour résultat des DEL faiblement ou pas du tout éclairées. Dans

Dispositif	Description	Conditions de mesure (1)	Unités testées	Total d'heures	Pannes	Taux de panne ponctuel % par 1000 h (2)	Taux de panne, sûr à 90 % % par 1000 h (2)
HLMP-3750	DEL	$T_A = 55\,°C$ I_F = Max.	16 270	17 275 630	1	0,006	0,023
HDSP-4830	Echelle analogique lumineuse de 10 éléments	$T_A = 55\,°C$ I_F = Max. Tous les segments allumés	410	2 080 856	0	0,048	0,111
HDSP-6508	Afficheur alphanumérique monolithique de 8 caractères	$T_A = 55\,°C$ I_F = Max. $P_{moy.} = \frac{123\ mW}{Car.}$	223	884 000	0	0,113	0,260
4N51	Afficheur numérique à matrices de points	$T_A = 100\,°C$ cycle numérique Vcc = 5 V	576	806 000	0	0,124	0,285
HDSP-2000	Afficheur alphanumérique à matrices de points de 4 caractères	$T_A = 70\,°C$ $V_{cc} = V_b = 5{,}25\ V$ $V_{col} = 3{,}5\ V$ $P_{moy.} = \frac{210\ mW}{Car.}$	360	870 000	3	0,345	0,768

NOTES :

1. T_A est la température ambiante au cours des tests. I_F est le courant direct moyen par DEL. Vcc est la tension d'alimentation. 5,25 V est la tension d'entrée maximale recommandée à l'effacement, V_b. 3,5 V est la tension maximale recommandée par colonne, V_{col}.
2. Taux de panne par dispositif.

FIGURE 7 – Taux de panne pendant la vie utile de la DEL

le cas d'une DEL faiblement ou non éclairée, la cause de la panne peut être un fil de connexion défectueux, une puce DEL mal fixée, ou une DEL fendue ou ébréchée. Dans le cas d'un afficheur à matrices de points, le mécanisme de panne comprend également la panne du circuit intégré, résultant d'une matrice incorrecte ou de lignes d'entrée/sortie ne répondant pas aux spécifications électriques.

On peut définir le taux de panne comme le pourcentage de pannes d'un dispositif par le temps unitaire de fonctionnement. Le temps moyen entre pannes, ou MTBF est simplement la réciproque du taux de panne exprimée en heures. La durée de vie d'un afficheur à DEL en fonctionnement peut être divisée en trois périodes, dont chacune a un taux de panne caractéristique. la figure 6 montre la période de déverminage, de vie utile, et d'usure du dispositif. Durant la période de déverminage ou période de mortalité infantile, le taux de panne diminue car les composants « faibles » sont éliminés.

Durant la période de vie utile qui suit, les pannes se produisent à un taux faible constant. Les pannes qui interviennent sont réellement aléatoires, et ne peuvent être évitées par des tests ou un déverminage supplémentaire des composants. La figure 7 montre le taux de panne représentatif durant la vie utile des DEL, afficheurs à segments, monolithiques, numériques à matrices de points et alphanumériques à matrices de points. Le format de la figure 7 est identique à celui du paragraphe « Tests de durée de vie » qui apparaît dans les fiches de données de fiabilité Hewlett-Packard. Les conditions de test représentent l'effort maximal tolérable pour obtenir le taux de panne dans le cas le plus défavorable. Le total des heures de tests est le produit des unités testées multiplié par les heures de test par unité. Le taux de panne ponctuel est simplement le taux de panne divisé par le total d'heures des dispositifs. Les unités du taux de panne sont le pourcentage de panne par 1000 heures de fonctionnement. Si aucune panne ne se produit pendant les tests, le taux de panne ponctuel sera calculé sur l'hypothèse d'une seule panne.

Les fiches de données de fiabilité spécifient un taux de panne sûr à 90 %, outre le taux de panne ponctuel. Les afficheurs à DEL, à l'instar d'autres dispositifs à semi-conducteurs, présentent des taux de panne extrêmement bas au cours de leur vie utile. En résultat, on n'a constaté que peu de pannes de dispositifs au cours des tests de fiabilité. Les statistiques nous indiquent que plus on peut générer de pannes de dispositifs au cours des tests de fiabilité, plus le taux de panne expérimental est proche du taux de panne moyen réel des dispositifs. Par exemple, si l'on ne produit aucune panne au cours des tests de fiabilité, il se peut que le taux de panne réel soit très différent du taux de panne ponctuel. Le taux de panne sûr à 90 % indique qu'il existe une probabilité de 90 % que le taux de panne réel d'un dispositif soit meilleur que celui indiqué.

Par conséquent, le taux de panne sûr à 90 % permet d'accorder plus de confiance aux calculs de fiabilité qu'au taux de panne ponctuel. Le taux de panne sûr à 90 % est fondé sur les statistiques de la distribution des pannes. La distribution supposée des pannes est une exponentielle en fonction du temps. Cette distribution est couramment utilisée lorsque l'on décrit les pannes se produisant durant la vie utile de dispositifs à DEL, et autres composants à semi-conducteurs.

La figure 7 illustre la relation entre le taux de panne, la conception du boîtier et sa complexité. Parmi les dispositifs encapsulés sous époxy, les échelles analogiques lumineuses de dix éléments présentent un taux de panne ponctuel dont l'ordre de grandeur est supérieur à celui des DEL. Toutefois, l'échelle analogique lumineuse de dix éléments HDSP-4830 comporte dix fois plus de puces de DEL que le dispositif HLMP-3750. Le boîtier HDSP-6508 de huit caractères a un taux de panne comparable à celui du boîtier HDSP-4830 encapsulé sous époxy, quoique le HDSP-6508 possède 144 fils de connexion, tandis que le HDSP-4830 n'en possède que 10. La construction des afficheurs 4N51 et HDSP-2000 permet d'obtenir un taux de panne impressionnant pendant la vie utile, avec un nombre relativement important de puces de DEL par caractère. Noter que le 4N51 est un dispositif à un seul caractère, alors que le HDSP-2000 est un boîtier à 4 caractères.

PREDICTION DU TAUX DE PANNE

Pour obtenir un taux de panne durant la vie utile en relativement peu de temps, on applique une contrainte supérieure à la normale à une quantité échantillon de dispositifs, connue pour représenter l'ensemble des dispositifs. C'est ce qu'on appelle un test de vie accéléré. Le facteur de contrainte le plus courant utilisé est la température. La prédiction du taux de panne est l'estimation du taux de panne en température de fonctionnement normale, sur la base du taux de panne en température de fonctionnement maximale.

Le modèle d'Arrhénius est une expression mathématique prouvée expérimentalement pour prédire le taux de panne. Ce modèle inclut l'effet de la température et de l'énergie d'activation d'un mécanisme de panne, ce qui permet de l'utiliser pour prédire le taux de panne à une température de fonctionnement normale sur la base des tests effectués à une température au-delà de la normale, à la jonction des dispositifs :

$$\lambda_1 = \lambda_2 e^{-\frac{E}{K}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)}$$

où λ_1 = taux de panne à la température T_1 de la jonction
λ_2 = taux de panne à la température T_2 de la jonction
T = température de la jonction en °K
E = énergie d'activation thermique en électrons Volts (eV)
K = constante de Boltzman ($8{,}617 \times 10^{-5}$ eV/°K)

Nota : 1 °K = 1 °C + 273

L'application du modèle d'Arrhénius exige le calcul de la température à la jonction du dispositif, tant pour le test de fiabilité que pour les conditions de fonctionnement réelles sur le site. La température de jonction de la DEL est fonction de la température ambiante, de la puissance dissipée à la jonction et de la résistance thermique :

$$T = T_A + P_D (R\theta_{J\text{-}A})$$

où T = température de jonction de la DEL en °C
T_A = température ambiante en °C
P_D = puissance dissipée à la jonction de la DEL, en watts
$R\theta_{J\text{-}A}$ = résistance thermique jonction/température ambiante en °C par watt.

L'énergie d'activation est une constante qui définit la dépendance du taux de panne par rapport à la température de jonction, pour un mécanisme de panne. Il existe plusieurs mécanismes de panne pour les indicateurs et afficheurs à DEL. La prédiction du taux de panne sur les fiches de données de fiabilité Hewlett-Packard est prudemment basée sur un mécanisme de panne avec une petite énergie d'activation. L'utilisation de la plus petite énergie d'activation pour la prédiction du taux de panne permet d'obtenir les taux de panne les plus importants, quelle que soit la température de jonction, au dessous des conditions testées. Les mécanismes de panne d'interconnexion, tels que des fils de connexion défectueux, présentent la plus petite énergie petite énergie d'activation des mécanismes de panne sur des DEL typiques. MIL-HBDK-217C spécifie une énergie d'activation de 0,43 eV pour les mécanismes de panne d'interconnexion en microélectronique hybride. On utilise une énergie de 0,43 eV pour la probabilité de panne dans les fiches de données de fiabilité Hewlett-Packard relatives aux indicateurs et aux afficheurs.

La figure 8 montre qu'on peut réaliser l'amélioration du taux de panne et du MTBF prévue en réduisant la température de jonction pour la série d'afficheurs 4N51. Le taux de panne et le MTBF sont améliorés d'un facteur 10, lorsqu'on réduit la température ambiante de 100 °C à 30 °C.

Température ambiante — °C	Température à la jonction — °C	Ponctuel	
		MTBF-Heures	Taux de panne/ Mille heures de fonctionnement
100	130	806 000	0,124 %
90	120	1 108 000	0,090 %
80	110	1 549 000	0,065 %
70	100	2 205 000	0,045 %
60	90	3 200 000	0,031 %
50	80	4 745 000	0,021 %
40	70	7 199 000	0,014 %
30	60	11 201 000	0 009 %

FIGURE 8 — Prédiction du taux de panne pour des afficheurs numériques à DEL et à matrices de points

La diminution du produit puissance dissipée par résistance thermique, peut affecter la fiabilité, tout comme la diminution de la température ambiante. L'effacement de l'afficheur, à chaque fois que c'est possible, peut réduire de manière significative la température de jonction. La résistance thermique jonction/température ambiante est la somme de la résistance thermique jonction/boîtier plus boîtier/température ambiante. La résistance thermique jonction/boîtier est définie par la conception du boîtier de l'afficheur, et spécifiée sur la fiche de données du dispositif. Toutefois, le concepteur du système d'afficheur peut contrôler la résistance thermique boîtier/température ambiante. Dans le cas de dispositifs tels que des DEL, des afficheurs à segments et des dispositifs monolithiques, le chemin thermique primaire à partir de la jonction de la DEL passe par les broches de la cathode du dispositif. On peut réduire la résistance thermique de ces dispositifs en élargissant au maximum la bande métallique rejoignant la branche de la cathode, sur la carte de circuit imprimé. Le refroidissement du substrat des dispositifs à matrices de points est une technique permettant d'améliorer leur fiabilité.

FIABILITE D'UN SYSTEME D'AFFICHAGE

La fiabilité est définie comme la probabilité pour un dispositif d'assurer les fonctions pour lequel il est prévu, pendant une période de temps spécifique, et dans des conditions données. Lorsque le taux de panne reste constant, comme dans le cas de la vie utile, on peut prévoir la fiabilité d'un système d'affichage au moyen de la distribution exponentielle :

$$R = e^{-t(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \ldots)}$$

où R = fiabilité ou probabilité de survie

t = temps de mission ou temps d'utilisation réel[1]

λ_i = taux de panne durant la vie utile du composant (i)

On calcule par exemple la fiabilité du système d'affichage à DEL de la figure 9, durant sa vie utile. Cet afficheur numérique de 8 chiffres utilise la série Hewlett-Packard 4N51 d'afficheurs à matrices de points. Les circuits intégrés sur la carte de ces dispositifs minimisent le nombre de composants de l'afficheur. Les circuits intégrés sur la carte comportent une bascule, un décodeur DCB/matrices de points et des circuits de commande de DEL.

Supposons pour cet exemple que l'afficheur de la figure 9 fonctionne 8 heures par jour et 5 jours par semaine, pendant 5 ans. On peut alors calculer le temps de mission :

$$t = \left(\frac{8 \text{ heures}}{\text{jour}}\right)\left(\frac{5 \text{ jours}}{\text{semaine}}\right)\left(\frac{52 \text{ semaines}}{\text{an}}\right)(5 \text{ ans})$$

$$t = 10{,}40 \text{ K heures.}$$

Supposons aussi que l'afficheur soit utilisé dans une température ambiante de 55 °C. L'étape suivante consiste à calculer la somme des taux de panne des composants individuels. A partir de la figure 8, le taux de panne ponctuel pour chacun des afficheurs de la série 4N51 sera égal à 0,026 % pour mille heures de fonctionnement, à une température ambiante de 55 °C. Le taux de panne ponctuel pour chacun des composants LSTTL est égal à 0,007 % par mille heures de fonctionnement [2]. Le taux de panne ponctuel du micro-ordinateur est égal à 0,043 % par mille

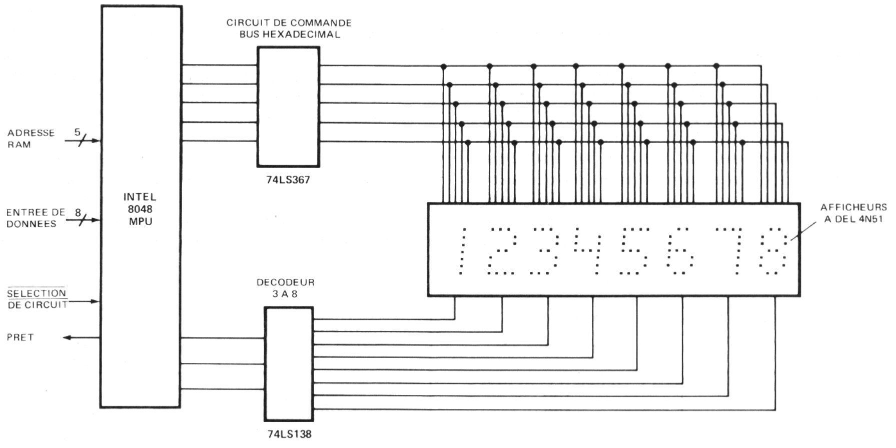


FIGURE 9 — Afficheur 4N51

heures de fonctionnement (3). La somme des taux de panne individuels des composants (λ total) sera alors :

$\lambda_{total} =$
$(0,43\,\%/1000\,h) + 2\,(.007\,\%/1000\,h) + 8\,(.026\,\%/1000\,h)$

$\lambda_{total} = .265\,\%/1000\,h$

La probabilité de vie de l'afficheur de 8 chiffres à DEL est alors :

$$R = e^{-t(\lambda_{total})} = 97\,\%$$

(1) Le temps de mission ne peut dépasser la vie utile d'un composant quelconque lorsque l'on calcule la fiabilité du système.
(2) Données cumulatives calculées en 1981 par Texas Instruments pour des composants LSTTL. L'énergie d'activation est supposée égale 0,43 eV.
(3) Données recueillies à partir du rapport de fiabilité Inter RR-25, décembre 1979. L'énergie d'activation est supposée égale à 0,3 eV.

DEGRADATION DE L'INTENSITE

La dégradation d'intensité est un mécanisme d'usure à long terme qui se produit dans les afficheurs à DEL. Hewlett-Packard définit comme mode de panne paramétrique une réduction de 50 % de l'intensité. Une variation de 50 % de l'intensité peut être aisément perçue à l'œil nu. La figure 10 présente l'intensité lumineuse normalisée par rapport au temps de contrainte pour des afficheurs à DEL rouges. La figure 10 représente des moyennes, car le taux de dégradation de l'intensité n'est pas identique pour toutes les DEL. L'axe du temps de contrainte logarithmique implique que le taux de dégradation de l'intensité décroît au fur et à mesure que le temps s'accroît. Même la courbe D, qui représente un fonctionnement à 200 % des valeurs nominales maximales, n'entraînera pas de dégradation conséquente après un temps de contrainte de 10 000 h. Les courbes A et B indiquent qu'une densité de courant accrue a pour résultat une dégradation plus rapide. Les courbes B et C indiquent que la température à la jonction n'a que peu d'effet sur le taux de dégradation. La courbe C représente la dégradation à un niveau de commande absolu maximal ;

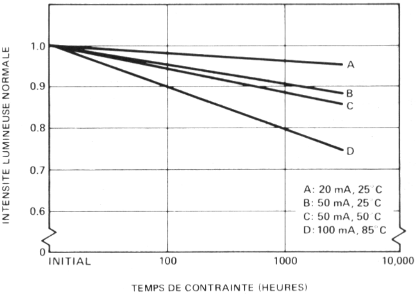


FIGURE 10 — Dégradation de l'intensité en fonction du temps de contrainte

les courbes A à D correspondent à la commande directe des DEL. Un fonctionnement avec impulsions permet d'obtenir des taux de dégradation sensiblement égaux, pour un courant moyen égal. Lorsque les afficheurs Hewlett-Packard sont pilotés au courant nominal maximal, le taux de dégradation du rouge haut rendement et du vert est sensiblement le même que celui du rouge. La dégradation du jaune est deux fois supérieure à celle du rouge.

TESTS MECANIQUES ET D'ENVIRONNEMENT

Les fiches de données de fiabilité établies pour les produits standard Hewlett-Packard comprennent les données relatives aux tests de durée de vie, à la prédiction du taux de panne, et aux performances obtenues par des tests mécaniques et des tests d'environnement. Ces tests ont été réalisés conformément aux dernières révisions des normes

militaires MIL-STD-750 et MIL-STD-883. La figure 11 représente les données résultant des tests mécaniques et d'environnement pour un afficheur numérique Hewlett-Packard 5082-7350 à matrices de points. Le 5082-7350 comporte un boîtier à entrefer scellé époxy. On a effectué des tests mécaniques pour assurer l'intégrité du boîtier. La soudabilité détermine la capacité de souder le dispositif par des techniques classiques. Sans nettoyage préparatoire, les connexions du dispositif sont immergées pendant 5 à 10 secondes dans un flux, puis dans de la soudure fondue stabilisée à 260 °C. Après immersion dans un bain de soudure pendant la durée spécifiée, et refroidissement pendant 5 minutes, les dispositifs sont examinés avec un grossissement d'un facteur 10. Les trous d'épingle et les vides ne doivent pas être concentrés dans une seule zone, et ne doivent pas dépasser 10 % de la surface totale.

On effectue les tests de cycle de température pour définir la durée de vie thermomécanique. Différentes pièces du dispositif opto-électronique tels que le substrat, la puce de la DEL et les fils de connexion sont en contact. Si les coefficients de dilatation thermique ne sont pas bien assortis, les variations de température s'accompagneront d'une contrainte physique. L'importance de cette contrainte physique décroît lorsque l'importance de l'excursion de température s'accroît. La probabilité de panne s'accroît avec le nombre de cycles de température. Les afficheurs sept segments présentent moins d'un pour cent de panne après cinq cent cycles de -40 à $+85$ °C. Les boîtiers à entrefer, tels que celui du 5082-7350, offrent des performances améliorées dans le cas des cycles de température, par rapport aux afficheurs encapsulés sous époxy. Sans encapsulation sous époxy, les fils de connexion et les liaisons de la puce subissent moins de contrainte physique.

Le test de choc thermique expose les dispostifs à des extrêmes de température alternés. Les pièces sont tranférées d'un liquide à 0 °C à un liquide à 100 °C. Les boîtiers à entrefer peuvent supporter un nombre de chocs thermiques plus grand que les boîtiers sous encapsulation époxy.

Si le matériau constituant le boîtier du dispositif n'est pas imperméable à la diffusion de vapeur d'eau, une exposition prolongée à une humidité élevée risque de soumettre à terme les éléments actifs à une humidité élevée. L'humidité peut entraîner une panne due à la corrosion des éléments actifs, ou à un courant de fuite accru en surface. Le test de résistance à l'humidité soumet le dispositif à des cycles de température accélérant l'effet de l'humidité. Les cycles de température comportent des périodes de condensation et de séchage alternées, qui accélèrent le développement du processus de corrosion.

Les afficheurs à DEL hermétiques sont conditionnés dans un boîtier à scellement verre/métal ou verre/céramique. Ces produits sont imperméables à l'humidité, et conformes aux tests d'herméticité, au niveau prescrit. En outre, Hewlett-Packard fabrique des afficheurs scellés à l'époxy, tels que le 5082-7350 et les afficheurs alphanumériques à matrices de points. Ces afficheurs peuvent également passer avec succès des tests d'herméticité contrôlant petites et grosses fuites.

Le test de choc détermine la capacité pour des composants à DEL de résister à un choc de la même importance que celui produit par l'impact d'une collision, d'un coup de feu manqué de peu, ou d'une explosion sous-marine. Un choc de 1500 g correspond sensiblement au choc subi par un dispositif qui serait monté sur une enceinte rigide de 18 kg (40 livres) et qu'on laisserait tomber d'une hauteur de 1 m sur un sol en béton.

Les tests de vibration et d'accélération exposent les pièces aux gammes de fréquence prédominantes qu'ils sont susceptibles de rencontrer en service.

Outre les afficheurs à DEL standard, Hewlett-Packard propose une gamme de produits haute fiabilité. Les afficheurs

Test	Référence MIL-STD 883	Conditions du test	Unités testées	Total des défauts
Soudabilité	2003	Soudure Sn 60 Pb 40 à 260° pendant 5 secondes	25	0
Cycles de température	1010	500 cycles, -55 à 100 °C Défauts électriques et fuites	45	0
Choc thermique	1011	50 cycles, 0° à 100 °C, transfert de 3 secondes	25	0
Résistance à l'humidité	1004	10 jours, humidité relative de 90 à 98 %, -10 à 65 °C, hors fonct.	25	0
Choc	2002	5 coups selon les axes X1, X1, Z1 1500 g, 0,5 m/s	25	0
Vibrations, Fréquence variable	2007	3 cycles de 4 minutes selon les axes X, Y, Z à 20 g minimum 20 à 2000 Hz	25	0
Accélération constante	2001	20000 g, axe Y1, 1 minute	25	0
Force des bornes	2004	Condition B2, 3 courbures $>$ 15 °C	25	0
Atmosphère saline	1009	Brouillard à 35 °C pendant 24 h	25	0
Décharge électrostatique	3015	5 décharges à chaque broche 1000 V, 500 Ω, 300 pF	25	0

FIGURE 11 – Tests mécaniques des afficheurs de la série 5082-7350

standard Hewlett-Packard ont subi des tests électriques et mécaniques spéciaux, afin de se conformer aux exigences de la liste de pièces qualifiées selon les normes militaires américaines, ainsi qu'aux spécifications définies par Hewlett-Packard ou par le client. On peut effectuer les tests spéciaux sur une base de qualification par lots, de visualisation à 100 %, ou en combinant la qualification par lots et la visualisation à 100 %. En se fondant sur les estimations de MIL-HBDK-217C, les tests de qualification par lots peuvent améliorer le taux de panne durant la vie utile d'un facteur 5. Le système de visualisation à 100 % est conçu pour éliminer les pannes précoces.

Les composants d'un afficheur peuvent avoir un impact significatif sur la fiabilité d'un système électronique. La fiabilité du système est fonction de la somme des taux de panne individuels des composants. Pour obtenir des afficheurs fiables, on doit combiner une excellente conception, des pièces de qualité, et un processus de production étroitement contrôlé. Des composants dont la conception paraît identique peuvent présenter des caractéristiques de performances mécaniques et de fonctionnement très différentes. Hewlett-Packard met à votre disposition des fiches de données de fiabilité relatives à ces afficheurs et à ces indicateurs ; vous pourrez vous les procurer auprès du bureau commercial Hewlett-Packard le plus proche.

HEWLETT PACKARD NOTE D'APPLICATIONS 1018

Travaux de conception avec les photocoupleurs à boucle de courant HCPL-4100 et HCPL-4200

PREFACE

Hewlett-Packard fabrique une gamme complète de photocoupleurs permettant de répondre à différentes exigences de gain en courant et de vitesse de circuits d'interface isolants. Les nouveaux photocoupleurs Hewlett-Packard comportent, en plus des progrès technologiques déjà établis, des caractéristiques supplémentaires qui facilitent leur emploi dans des applications spéciales. Les photocoupleurs HCLP-4100 (émetteur) et HCPL-4200 (récepteur) comprennent des circuits spécialisés pour les applications numériques à boucle de courant 20 mA. Ces photocoupleurs ont été conçus pour constituer une interface facile entre les systèmes logiques TTL, LSTTL et CMOS d'une part, et les systèmes à boucle de courant d'autre part. Une source externe de courant est nécessaire pour le système à boucle de courant.

Cette note d'applications aidera l'ingénieur concepteur de circuits à obtenir les performances optimales des photocoupleurs à boucle de courant Hewlett-Packard HCPL-4100 et HCPL-4200. Des applications pratiques consistant en interfaces vers et en provenance d'une boucle de courant seront présentées. De plus, la note examine les aspects généraux des systèmes à boucle de courant et leurs applications potentielles, la conception et les types de sources de courant, les configurations, ainsi que le rapport entre la vitesse de transmission des données et la longueur de la ligne.

INTRODUCTION

La transmission de données entre équipements électroniques séparés physiquement par des distances supérieures à quelques mètres peut s'effectuer de nombreuses façons. Parmi les moyens les plus courants, citons les liaisons par câbles, les liaisons HF et les liaisons à fibres optiques. Chaque technologie comporte des compromis pour la vitesse de transmission des données, le taux d'erreurs, la simplicité d'emploi, la fiabilité et le coût. Les techniques de câblage permettent la transmission d'un signal sous forme d'une tension ou d'un courant. Plusieurs normes très répandues existent pour la transmission des signaux de tension, par exemple RS-232-C, RS-422, RS-423 (transmission série de données) ou IEEE-488 (transmission parallèle de données), etc.. Comparés à ces techniques utilisant des signaux de tension, une boucle ou un signal de courant peuvent constituer une très bonne alternative.

Donnons tout d'abord quelques définitions fondamentales. Une boucle de courant est une boucle dans laquelle circule un courant de 20 ou de 60 mA entre des équipements électroniques, par une paire de fils torsadés. La boucle peut être ouverte et fermée par un émetteur qui se trouve dans l'équipement relié à la boucle. Ces interruptions de courant sont détectées par l'autre équipement relié à la boucle de courant (le récepteur). La convention utilisée dans cette note d'applications est que le SIGNAL, ou 1 logique, correspond à la présence du courant de la boucle, c'est-à-dire 20 mA. L'ESPACE, ou 0 logique, correspond à l'absence du courant de la boucle, c'est-à-dire 0 mA. Un émetteur ou un récepteur à boucle de courant peut être de l'un des deux types suivants : actif (source) ou passif (écoulement). Un émetteur actif fournit du courant à la boucle, les récepteurs ou les autres émetteurs de celle-ci doivent donc être des unités passives qui reçoivent le courant fourni par la boucle. Alternativement, un récepteur actif fournit du courant aux émetteurs passifs ou aux autres récepteurs passifs de la boucle de courant.

La complexité des sources de courant utilisées dans une boucle est variable. La source de courant la plus simple est composée d'une résistance et d'une source de tension. Les sources plus complexes contiennent des éléments actifs ou des circuits intégrés spéciaux dont le rôle est de maintenir le courant constant dans différentes conditions de charge et d'alimentation. L'expression «tension de conformité» d'une source de courant sert à indiquer à quel niveau le courant diminue jusqu'à zéro.

En l'absence de normes industrielles concernant les boucles de courant, un certain nombre de conventions sont toutefois admises. Les boucles numériques courantes sont à 0-20 mA et 0-60 mA alors que les boucles analogiques sont à 4-20 mA. Ces niveaux étaient initialement associés aux équipements télé-imprimantes de type numérique et aux détecteurs analogiques industriels comme les thermocouples, jauges de contraintes, etc.. Les photocoupleurs HCPL-4100 et HCPL-4200 sont seulement destinés aux applications numériques comportant des boucles de courant 20 mA.

Avantages fondamentaux des boucles de courant

Dans le cas des lignes de transmission de type tension, un signal de tension s'atténue avec la distance. Une conception à boucle de courant garantit que le courant demeure constant dans la boucle, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'atténuation du signal. Les systèmes à boucle de courant présentent une très grande immunité aux bruits. Un courant constant maintient le ratio signal/bruit couplé à une valeur élevée. L'atténuation du signal de tension diminue ce ratio.

Même avec des câbles coûteux à faible capacité, les communications par câble à RS-232-C pour des distances dépassant 60 m et 20 kBauds sont peu pratiques. Les distances pouvant être atteintes par l'utilisation des câbles à RS-232-C sont fortement limitées lorsqu'on les compare aux distances possibles avec une boucle de courant, à la même vitesse de transmission des données. Les systèmes à boucle de courant utilisent des câbles bon marché composés de paires de fils torsadés. La transmission série des données est effectuée par un simple montage bifilaire. Plusieurs stations peuvent être

connectées en série si la tension de conformité disponible est suffisante. Contrairement aux techniques à base de tension, si une anomalie ouvre la boucle, la perturbation permanente du courant de la boucle peut être détectée.

Les photocoupleurs peuvent être utilisés dans les boucles de courant pour réaliser l'isolement optique des circuits logiques par rapport au circuit de la boucle de courant. L'isolement optique empêche les différences de potentiel de masse ou les effets de mode commun d'affecter le fonctionnement de la boucle de courant. La réalisation pratique des photocoupleurs et le traitement sophistiqué des circuits intégrés permettent d'obtenir un excellent rejet en mode commun (10 kV/μs). L'indépendance électrique entre les circuits d'entrée et de sortie d'un photocoupleur permet de disposer de masses de référence différentes de part et d'autre de l'interface.

La vitesse maximale de transmission des données d'un système à boucle de courant 20 mA est déterminée par les caractéristiques de l'émetteur et du récepteur ainsi que par la longueur et les caractéristiques de la ligne de transmission. Pour les lignes courtes de moins de 40 m, la vitesse maximale de transmission des données est de 120 kBauds environ pour le HCPL-4100 et de 4,5 MBauds environ pour le HCPL-4200.

Le petit module plastique huit broches «dual-in-line» se traduit par une économie d'espace sur le circuit imprimé. Les équipements automatiques d'insertion de type standard peuvent être utilisés avec ces dispositifs.

La simplicité de la conception et de la mise en œuvre d'une boucle de courant 20 mA comportant des unités HCPL-4100 et HCPL-4200 facilite son utilisation au niveau de la conception, la réalisation et les tests.

APPLICATIONS DES BOUCLES DE COURANT

Les boucles de courant permettent de réaliser des liaisons jusqu'à 10 km, elles ont une forte immunité aux erreurs provoquées par les bruits et sont économiques. Les systèmes antérieurs à boucle de courant 20 mA étaient souvent limités à 5 ou 10 kBauds, même pour les lignes de faible longueur; aujourd'hui, les émetteurs et les récepteurs Hewlett-Packard peuvent transmettre jusqu'à 20 kBauds à 400 m.

Dans le secteur de la commande et du contrôle des équipements industriels, les boucles de courant sont utilisées pour la transmission de données numériques. Du fait de la prolifération de microprocesseurs et des progrès réalisés au niveau du logiciel et des circuits numériques, la commande numérique des processus industriels est de plus en plus largement acceptée. En effet, les micro et mini-ordinateurs, les unités centrales, qui sont répartis dans une même usine, doivent échanger des informations. Les mêmes considérations s'appliquent lorsque l'équipement informatique sert dans un contexte industriel pour la gestion et le contrôle des stocks ou pour surveiller le déroulement des travaux. Pour les environnements bruyants, les boucles de courant 20 mA Hewlett-Packard constituent le bon choix.

Pour ces applications, les boucles de courant 20 mA sont souhaitables puisqu'elles évitent les erreurs provoquées par les bruits, suppriment les boucles de terre, peuvent être utilisées dans les communications jusqu'à 10 km, sont économiques et faciles à installer. Aucun autre système de communication ne peut égaler leurs caractéristiques.

PHOTOCOUPLEURS A BOUCLE DE COURANT HEWLETT-PACKARD

Aspects généraux de la conception avec des photocoupleurs

Lorsque des photocoupleurs ordinaires sont utilisés comme interface entre des systèmes logiques et une boucle de courant et vice versa, la conception doit être particulièrement attentive. La diode électroluminescente (DEL) du récepteur à boucle de courant doit être protégée contre les surintensités. Un seuil avec hystérésis doit être établi pour définir les conditions SIGNAL et ESPACE et éviter les effets possibles du bruit. Le circuit d'établissement du seuil doit être placé avant l'isolement optique pour empêcher que les modifications dans le temps du ratio de transfert de courant dans le photocoupleur influencent les niveaux de seuils établis. Ce circuit de protection/seuil d'entrée doit être alimenté exclusivement par la boucle de courant pour préserver l'isolement et diminuer les exigences d'alimentation. Le circuit de sortie du récepteur devrait être simple à interfacer avec des systèmes TTL ou CMOS. L'ensemble du circuit récepteur à boucle de courant ne doit occuper qu'une place minimale sur la carte, parmi les équipements de la station de la boucle. Bien entendu, la conception retenue doit présenter de bonnes performances de vitesse pour répondre aux exigences sans cesse croissantes de ce domaine.

Des considérations semblables s'appliquent à la conception des émetteurs des boucles de courant. L'émetteur opèrera à partir d'un signal de données d'entrée TTL ou CMOS. La sortie de l'émetteur doit être protégée et mémorisée dans un tampon pour supporter le courant de la boucle et le niveau de la tension de conformité de la source de courant. Une protection de la sortie doit être assurée pour éviter les raccordements mal câblés de la boucle de courant aux bornes de l'émetteur. Le circuit de sortie doit être alimenté par la source de la boucle de courant. Si une panne de courant affecte l'émetteur, il doit demeurer en fonction pour empêcher une obstruction des données dans la boucle de courant. Le type de la source de courant et le bouclage utilisé influencent également les performances en vitesse de la boucle.

Ces aspects propres à la conception ont été intégrés aux HCPL-4100 et HCPL-4200 pour simplifier le travail du concepteur de circuits.

Caractéristiques communes aux HCPL-4100 (émetteur) et aux HCPL-4200 (récepteur)

La famille des photocoupleurs à boucle de courant Hewlett-Packard est composée de deux dispositifs : un émetteur à boucle de courant (HCPL-4100) et un récepteur à boucle de courant (HCPL-4200). On examinera d'abord les traits communs aux deux dispositifs et ensuite les caractéristiques particulières de chacun d'eux.

L'isolement optique est assuré dans chaque dispositif pour permettre l'indépendance électrique des systèmes logiques par rapport au système à boucle de courant. L'indépendance électrique comporte deux concepts : 1. possibilité d'isolement des signaux entre les deux systèmes; 2. fonction d'isolement entre les deux systèmes. L'isolement des signaux est la capacité du dispositif à rejeter les interférences en mode commun. La fonction de rejet en mode commun des HCPL-4100 et HCPL-4200 est typiquement de 10 kV/μs avec un minimum spécifié de 1000 V/μs. La possibilité d'isolement du dispositif est son aptitude à supporter une différence de potentiel entre les deux systèmes. La tension d'isolement appliquée est de 3000 V cc pendant 5 s.

Les performances en vitesse de chaque dispositif présentent un temps de propagation typique de 0,2-0,3 μs avec un maximum spécifié de 1,6 μs entre 0 et 70°C, à l'exclusion du retard provoqué par la ligne de transmission. Selon la position de la source de courant dans une boucle, il est possible d'atteindre une vitesse de transmission des données de 1,5 MBauds pour une boucle de longueur de 250 m avec le récepteur HCPL-4200. On peut également obtenir jusqu'à 75 kBauds pour une boucle de 100 m avec l'émetteur HCPL-4100.

L'entrée de l'émetteur et la sortie du récepteur sont compatibles avec les niveaux logiques TTL, LSTTL et CMOS. Le contrôle ou la commutation passive de la boucle de courant est assuré par des circuits intégrés (IC) montés dans chaque dispositif et alimentés par une source externe de courant 20 mA. Les deux dispositifs n'exigent aucun effort de

conception supplémentaire pour des circuits tampons ou des alimentations. Chaque photocoupleur comporte une protection en courant jusqu'à ± 30 mA. Des sources de courant à la fois simples, spécifiques et utilisables avec ces dispositifs sont étudiées plus loin.

L'émetteur à boucle de courant 20 mA HCPL-4100 et le récepteur à boucle de courant 20 mA HCPL-4200 comportent toutes ces caractéristiques sous forme de boîtiers plastiques à huit broches «dual-in-line», permettant l'insertion automatique de ces dispositifs et économisant ainsi l'espace sur le circuit imprimé.

Caractéristiques de l'émetteur HCPL-4100

Le circuit intégré de sortie de l'émetteur HCPL-4100 contrôle directement un courant de boucle 20 mA. La tension minimale de rupture de ce circuit intégré – laquelle détermine la limite supérieure de la tension de conformité de la source de courant – est de 27 V cc. Pour un courant de boucle de 20 mA, la chute de tension aux bornes de sortie à l'état SIGNAL est typiquement de 2,35 V cc. Le niveau de courant de l'état ESPACE, qui est typiquement de 1,1 mA (2 mA maximum), alimente le circuit intégré de sortie. Si une coupure de courant affecte le circuit intégré d'entrée de l'émetteur HCPL-4100, le circuit intégré de sortie demeure à l'état SIGNAL. Cette caractéristique importante est nécessaire pour les applications à boucle de courant multipoint. Une charge capacitive minimale de 1000 pF est requise pour le circuit intégré de sortie (côté boucle) de l'émetteur. Elle garantit la stabilité du circuit intégré dans toutes les conditions de charge possibles. En général, il n'est pas nécessaire d'utiliser le condensateur externe 1000 pF pour les paires de fils torsadés dont la longueur dépasse 30 m. S'il est possible d'utiliser une boucle de fil inférieure à 30 m, il faut ajouter le condensateur 1000 pF. Une bonne pratique technique consistera à utiliser un condensateur de dérivation (0,1 μF) entre V_{CC} et la terre pour le circuit intégré d'entrée de l'émetteur. Les données provenant des unités TTL, LSTTL ou CMOS connectées directement à l'entrée de l'émetteur HCPL-4100 font fonctionner correctement ce composant. Un synoptique du HCPL-4100 est donné à la figure 1 et sa caractéristique de transfert est illustrée à la figure 2.

Caractéristiques du récepteur HCPL-4200

Le circuit intégré d'entrée du récepteur HCPL-4200 contrôle directement le courant 20 mA de la boucle. L'alimentation de ce circuit intégré provient d'une source de courant externe, la transmission se faisant par la boucle de courant. La détection du niveau de courant de la boucle est faite avant l'isolement optique.

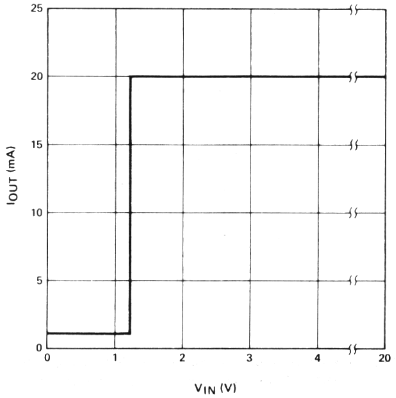


FIGURE 2 – Caractéristique typique de transfert du dispositif HCPL-4100. Courant de sortie de la boucle par rapport à la tension d'entrée. Le courant de sortie de la boucle à l'état SIGNAL est fourni par une source de courant externe

Les seuils de courant spécifiés sont 12 mA au minimum pour l'état SIGNAL et 3 mA au maximum pour l'état ESPACE. Le seuil typique de l'état SIGNAL est 6,8 mA avec un hystérésis de 0,8 mA. Un niveau de seuil à commutation garantie pour la boucle de courant assure un complément d'immunité aux bruits du mode différentiel et du mode commun et empêche les modifications éventuelles du ratio de transfert du courant (CTR) d'affecter les niveaux de seuil du courant de la boucle. Au courant 20 mA recommandé pour la boucle, la chute de tension aux bornes d'entrée pour l'état SIGNAL est typiquement de 2,52 V cc.

Le circuit intégré de sortie du récepteur HCPL-4200 peut avoir une tension de sortie (V_O) supérieure à la tension de l'alimentation (V_{CC}). Le niveau absolu de la tension maximale de V_O et V_{CC} est fixé à 20 V cc. Une fonction de validation de sortie troisième état (état haute impédance) peut être utilisée avec les applications d'interface à bus ou pour des fonctions spéciales d'inhibition. La sortie demeure au niveau haute impédance (troisième état) si V_{CC} est à 0 V. Un synoptique du HCPL-4200 est donné à la figure 3 et la caractéristique de transfert correspondante est illustrée à la figure 4. Les dispositifs logiques classiques TTL et LSTTL peuvent être connectés directement à la sortie de l'unité HCPL-4200. Une interface CMOS standard destinée au récepteur HCPL-4200 est illustrée à la figure 5.

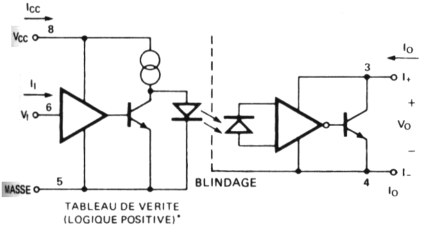


TABLEAU DE VERITE (LOGIQUE POSITIVE)*

V_I	V_{CC}	I_O
H	MARCHE	H
L	MARCHE	L
H	ARRET	H
L	ARRET	H

* CONVENTION DE LA BOUCLE DE COURANT : H = SIGNAL : $I_O \geq 12$ mA, L = ESPACE : $I_O \leq 2$ mA.

FIGURE 1 – Synoptique et tableau de vérité du photocoupleur HCPL-4100

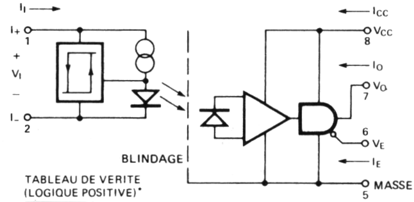


TABLEAU DE VERITE (LOGIQUE POSITIVE)*

I_I	V_E	V_O
H	H	Z
L	H	Z
H	L	H
L	L	L

* CONVENTION DE LA BOUCLE DE COURANT : H = SIGNAL : $I_I \geq 12$ mA, L = ESPACE : $I_I \leq 3$ mA, Z = 3e ETAT (HAUTE IMPEDANCE).

FIGURE 3 – Synoptique et tableau de vérité du photocoupleur HCPL-4200

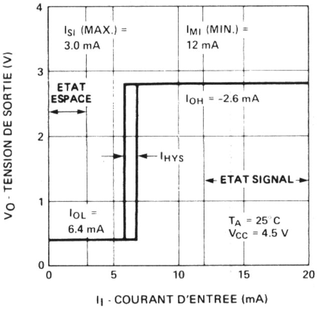


FIGURE 4 — Caractéristique typique de transfert du dispositif HCPL-4200. Tension de sortie par rapport au courant d'entrée de la boucle

CONFIGURATIONS A BOUCLES DE COURANT

Les configurations à boucles de courant peuvent revêtir trois formes fondamentales : simplex, alternat et duplex. Ces configurations permettent les montages de type point-à-point ou multipoint. Les définitions de ces termes et expressions, les circuits d'interfaces recommandés, les compromis de performances et les résultats de la mesure des performances seront examinés et illustrés au cours du texte suivant.

Simplex

La configuration de base est la configuration simplex de type point-à-point. Les données circulent dans une seule direction, de l'émetteur au récepteur à distance, par la boucle de courant. Cette configuration est illustrée aux figures 6a et 6b. La figure 6a illustre un émetteur actif non isolé à boucle de courant 20 mA utilisé avec un récepteur HCPL-4200 isolé. La figure 6b présente un émetteur isolé à boucle de courant HCPL-4100 employé avec un récepteur actif non isolé. Une application point-à-point possible consiste à utiliser une boucle de courant 20 mA pour les communications entre un ordinateur et une imprimante éloignée. La topologie de type simplex peut être élargie du point-à-point au multipoint. Dans un système multipoint,

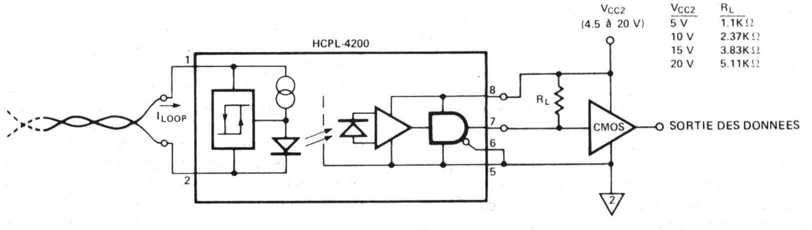
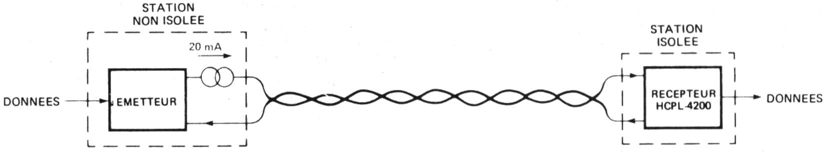
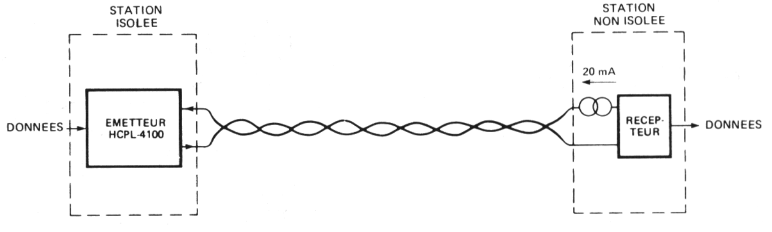


FIGURE 5 — Interface recommandée entre le récepteur HCPL-4200 et un circuit CMOS

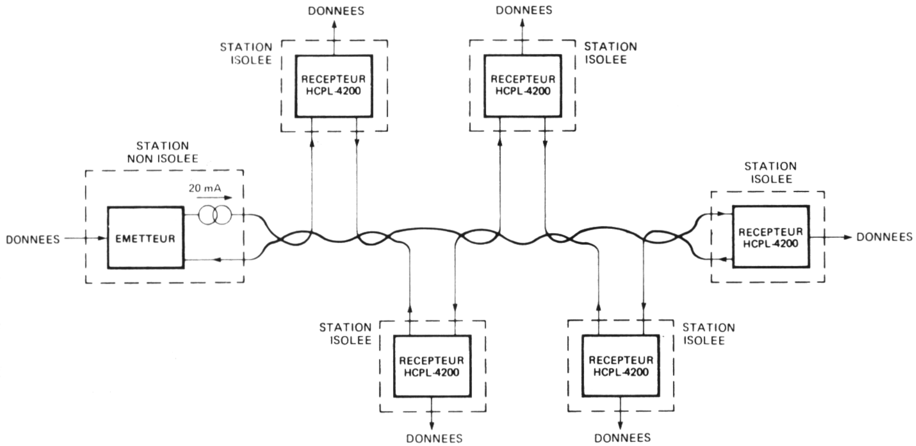


a. Configuration simplex en point-à-point avec récepteur isolé



b. Configuration simplex en point-à-point avec émetteur isolé

FIGURE 6 — Configurations de boucles de courant en simplex : point-à-point avec source de courant située : a. à l'émetteur; b. au récepteur; c. multipoint



c. Configuration simplex en multipoint avec récepteurs isolés

FIGURE 6 – Configurations de boucles de courant en simplex : point-à-point avec source de courant située : a. à l'émetteur; b. au récepteur; c. multipoint

plusieurs récepteurs sont en série sur la boucle qui contient un seul émetteur comme il apparaît à la figure 6c. Il est également possible d'employer une configuration à plusieurs émetteurs et à un récepteur. Toutefois, dans ce cas, la priorité de l'émetteur qui transmet doit être établie.

Les boucles de terre indésirables peuvent être supprimées et le rejet en mode commun être accru par l'isolement électrique de la boucle de courant. Cet isolement peut être assuré à l'extrémité récepteur ou émetteur de la boucle, comme il apparaît respectivement aux figures 6a et 6b. Il est inutile d'isoler l'extrémité opposée. L'unité non isolée fournit le courant de cette configuration simplex. Un schéma du circuit d'un émetteur actif non isolé connecté à un récepteur HCPL-4200 (figure 6a) se trouve à la figure 7. Les performances en vitesse de transmission des données par rapport à la longueur de la boucle de courant de ce circuit sont illustrées à la figure 8.

La figure 9 représente le circuit d'un autre montage simplex composé d'un récepteur actif non isolé relié à un émetteur HCPL-4100. Le rapport entre la vitesse de transmission des données et la longueur de la boucle ainsi que la tension de conformité est illustré à la figure 10.

La comparaison des performances de vitesse de transmission des données de chaque circuit montre que la configuration à émetteur actif non isolé est plus rapide d'un facteur 11 pour une distance de boucle de 1000 m.

La conception et l'emplacement de la source de courant déterminent la longueur de la boucle et les performances de vitesse de transmission des données. Dans les deux configurations simplex, la tension de conformité de la source de courant peut être beaucoup plus faible que la tension maximale de 27 V du dispositif HCPL-4100. Toutefois, les limitations agissant sur la longueur de la boucle (résistance

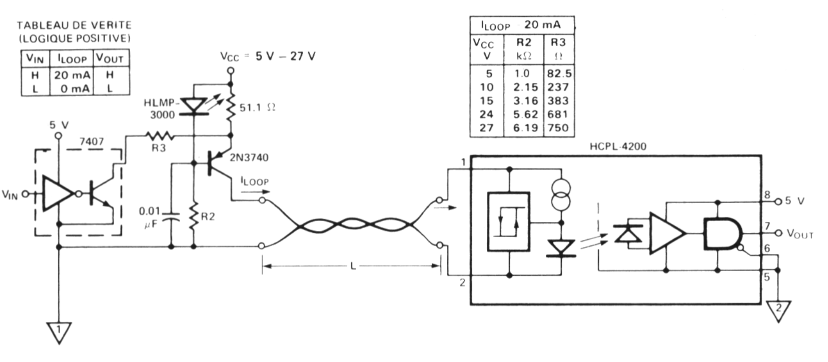


FIGURE 7 – Emetteur actif non isolé recommandé avec récepteur isolé HCPL-4200 pour une boucle de courant 20 mA simplex en point-à-point

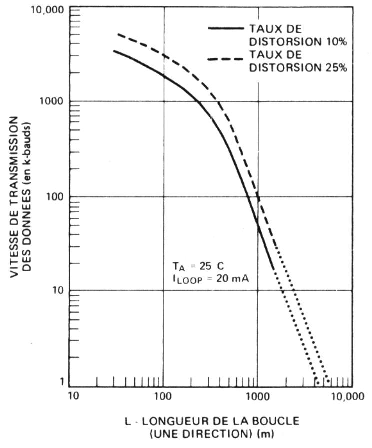


FIGURE 8 — Vitesse typique de transmission des données par rapport à la distance, pour le circuit de la figure 7

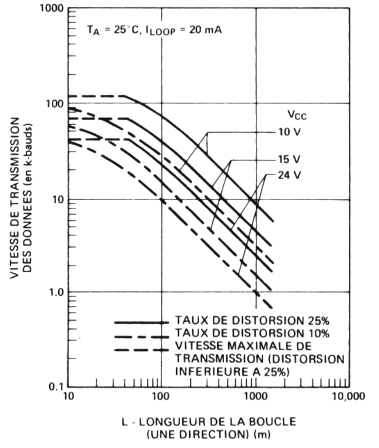


FIGURE 10 — Vitesse typique de transmission des données par rapport à la distance et la tension d'alimentation, pour le circuit de la figure 9

cc) et sur les possibilités de vitesse de transmission des données imposent une tension d'alimentation (V_{CC}) minimale qui peut être utilisée pour la source de courant. Avec une alimentation 24 V ± 10%, il est possible de réaliser des applications multipoint pour des boucles de très grande longueur (plus de 3 km). Les performances du dispositif en fonction de la conception de la source de courant font l'objet d'un exposé inséré plus loin.

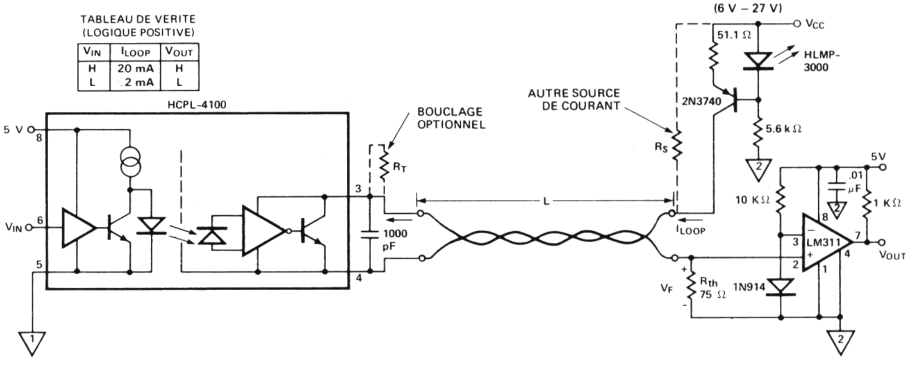


FIGURE 9 — Récepteur actif non isolé recommandé avec émetteur isolé HCPL-4100 pour une boucle de courant 20 mA simplex en point-à-point

Performances cc

En sommant les chutes de tension de l'état SIGNAL (MARK) dans la boucle de courant, on obtient une équation de base pour les performances cc de la boucle. Elle s'exprime par la distance maximale à laquelle une boucle de courant peut être utilisée.

$$L = \frac{V_{COMP} - \Sigma V_{\substack{RCVR\\MARK}} - \Sigma V_{\substack{XMTR\\MARK}}}{2\, I_{LOOP} R_{LINE}} \quad (1)$$

où :

L	=	Longueur du fil, dans une direction
V_{COMP}	=	Tension de conformité de la source de courant = $(V_{CC} - V_{SAT})$ [1] (2)
V_{CC}	=	Tension d'alimentation pour la source de courant
V_{SAT}	=	Tension de saturation de la source de courant
I_{LOOP}	=	Courant de fonctionnement de la boucle
R_{LINE}	=	Résistance cc du fil par longueur
$\Sigma V_{\substack{XMTR\\MARK}}$	=	Sommation des chutes de tension aux bornes de chaque émetteur non isolé et isolé de la boucle de courant lorsque le courant qui circule est celui de l'état SIGNAL [2]
$\Sigma V_{\substack{RCVR\\MARK}}$	=	Sommation des chutes de tension aux bornes de chaque récepteur non isolé et isolé de la boucle de courant lorsque le courant qui circule est celui de l'état SIGNAL [2]

Notes :

1. V_{COMP} doit être inférieure à la tension nominale de rupture de l'émetteur à l'état ESPACE (SPACE).
2. L'unité non isolée fournit le courant de la boucle. Si deux unités non isolées ou davantage sont utilisées, il suffit qu'une des unités fournisse le courant de la boucle.

L'équation peut être résolue pour n'importe quel paramètre intéressant dès que l'on connaît les autres paramètres. Par exemple, les équations (1) et (2) peuvent être résolues en fonction de la tension d'alimentation minimale (V_{CC}) qui peut être utilisée pour la source de courant de la figure 7, dans les conditions suivantes :

$$V_{COMP} = \Sigma V_{\substack{RCVR\\MARK}} + \Sigma V_{\substack{XMTR\\MARK}} + 2\, L I_{LOOP} R_{LINE} \quad (3)$$

où :

$\Sigma V_{\substack{RCVR\\MARK}}$	=	2,76 V (un récepteur isolé)
$\Sigma V_{\substack{XMTR\\MARK}}$	=	0 V (la chute de tension de l'émetteur non isolé est incluse dans V_{COMP})
I_{LOOP}	=	22 mA (20 mA + 10%)
R_{LINE}	=	0,053 Ω/m (AWG n° 22)
L	=	305 m
V_{COMP}	=	2,76 V + 0 V + 2(305 m) (0,022 A) (0,053 Ω/m)
	=	3,47 V

et avec l'équation (2)

$V_{CC} = V_{COMP} + V_{SAT}$; où $V_{SAT} = 1{,}5$ V

$= 3{,}47$ V $+ 1{,}5$ V

$V_{CC} = 4{,}97$ V

Pour les conditions données ci-dessus, les calculs ont été faits en tenant compte des variations les plus sévères de la température et d'une unité à l'autre.

Afin de tenir compte des problèmes inhérents à la tension de rupture des dispositifs, le niveau de conformité de la source de courant pour la boucle de courant et pour le courant à l'état ESPACE doit être connu. Le courant à l'état ESPACE est déterminé par l'émetteur lorsqu'il est à l'état OFF. Le courant à l'état ESPACE ne sera pas nécessairement égal à zéro. Par conséquent, lorsqu'on conçoit un récepteur à boucle de courant, le seuil doit être établi à un niveau correct pour éviter de détecter le courant à l'état ESPACE tout en se préservant une marge pour le bruit. Avec le récepteur HCPL-4200, un courant à l'état ESPACE de 3 mA ou moins est autorisé. Si l'on désire une marge plus importante pour le courant du bruit à l'état ESPACE, le courant maximal à l'état ESPACE du HCPL-4200 peut être augmenté en shuntant l'entrée à l'aide d'une résistance. Le seuil réel du courant du dispositif ne change pas; seul est augmenté le niveau du courant de boucle requis pour atteindre le seuil à l'état ESPACE. L'emploi d'une résistance shunt diminue la marge de courant de bruit à l'état SIGNAL du HCPL-4200.

Si on utilise l'émetteur HCPL-4100, le courant maximal à l'état ESPACE est de 2 mA. Pour les applications en alternat, une marge de bruit de 1 mA est spécifiée pour l'état ESPACE avec une combinaison d'unités HCPL-4100/-4200.

Performances ca

La performance ca d'une boucle de courant est influencée par de nombreux facteurs. Les possibilités typiques de vitesse de transmission des données des configurations simplex des figures 7 et 9 sont précisées respectivement aux figures 8 et 10. Le taux de transmission de données de 10% (25%) se définit comme le taux auquel une distorsion de 10% (25%) intervient à l'intervalle binaire de sortie par rapport à la référence que constitue l'intervalle binaire d'entrée. Ceci est exprimé par l'équation (4) :

taux de distorsion des données,

$$f_D = \frac{1}{t_{BIT}} \quad (4)$$

où D est la distorsion en pourcentage et t_{BIT} est la durée du bit du signal d'entrée lorsque la distorsion D est présente à l'intervalle binaire de sortie.

Une onde carrée ainsi qu'un flux de données de 16 bits ont été utilisés pour «actionner» le système à boucle de courant. Dans les deux configurations simplex en point-à-point, le taux d'entrée des données a été ajusté pour obtenir une distorsion de 10% (25%) du signal de sortie avec une configuration de 16 bits ou une onde carrée d'entrée.

La configuration de 16 bits a été utilisée pour disposer de deux conditions de test du délai de propagation pour la boucle de courant. Une partie du signal 16 bits teste la distorsion du taux de transmission des données affectées par une longue durée de l'état SIGNAL ou ESPACE avant un changement d'état. L'autre partie du signal 16 bits teste les effets sur la distorsion du taux de transmission des données des courtes durées à l'état SIGNAL ou à l'état ESPACE avant un changement d'état. Dans les deux configurations simplex des figures 7 ou 9, la transition d'un état SIGNAL court ou long à un état ESPACE est celle qui affecte le plus la distorsion du taux de transmission des données. Le schéma du circuit d'essai à 16 bits et le signal à flux binaire sont illustrés à l'annexe A.

Dans la description suivante des performances ca, une approximation a été faite pour simplifier l'analyse. La ligne de transmission est traitée comme une capacité localisée. Une analyse plus complète des performances ca exigerait un traitement approfondi au moyen de la théorie des lignes de transmission.

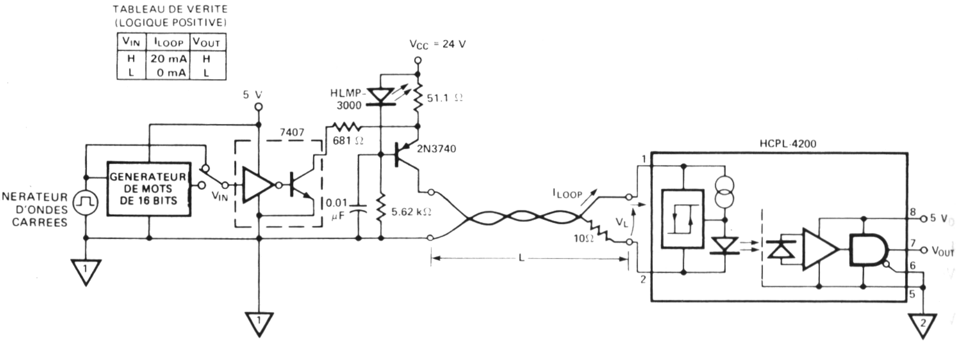


FIGURE 11 – Circuit de test du taux de transmission des données entre un émetteur actif non isolé et un récepteur isolé HCPL-4200

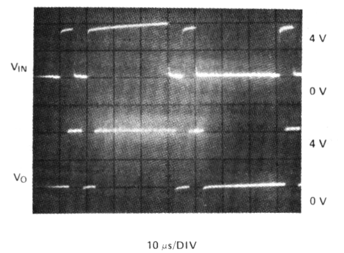


FIGURE 12 – Comparaison des temps : signal de sortie (V_O) par rapport au signal d'entrée (V_{IN}). Caractéristiques : mots de 16 bits, distorsion 10%, longueur de boucle 305 m. Voir la figure 11

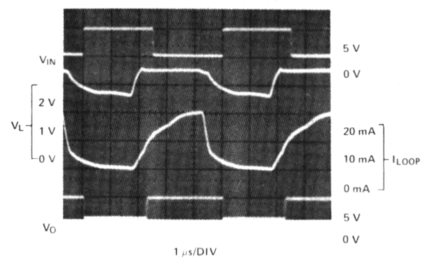


FIGURE 13 – Performances caractéristiques du signal du circuit de la figure 11 pour les caractéristiques suivantes : longueur de boucle 305 m, distorsion 10% pour des signaux carrés d'entrée et de sortie. a. tension d'entrée (V_{IN}); b. tension de charge du récepteur (V_L); c. courant de boucle (I_{LOOP}); d. tension de sortie (V_O)

Emetteur actif non isolé et récepteur HCPL-4200

Les signaux typiques de l'émetteur actif non isolé employé avec le HCPL-4200 (figure 11) sont présentés aux figures 12 et 13. La boucle mesure 305 m. La figure 12 montre une distorsion de 10% lorsque le signal d'entrée est une configuration binaire à 16 bits. Le retard total de propagation de la figure 12 pour une transition ESPACE/SIGNAL est de 2,4 μs. Le retard de propagation de l'émetteur et du récepteur est de 0,3 μs. Par conséquent, le retard de propagation de la ligne de transmission est égal à 2,1 μs. Les signaux de courant et de tension de la boucle de courant à l'extrémité récepteur sont présentés à la figure 13 pour une distorsion de 10% des données avec un signal d'entrée carré. Notez le retard du signal de la boucle de courant de 2,4 μs avant que V_O suive V_{IN}. Le paramètre important dont on doit tenir compte est le courant de boucle. Lorsque le niveau de courant de boucle dépasse le seuil de courant du HCPL-4200, V_O change d'état. La tension de boucle au récepteur suit seulement le niveau de courant et change d'un volt environ. Cette configuration simplex donne les meilleures performances de vitesse.

Récepteur actif non isolé et émetteur HCPL-4100

Les signaux typiques du récepteur actif non isolé employé avec le HCPL-4100 (figure 14) sont présentés aux figures 15 et 16. La boucle mesure 305 m. La figure 15 montre une distorsion de 10% lorsque le signal d'entrée est une configuration binaire à 16 bits. La figure 16 montre une distorsion de 10% en présence d'une onde carrée d'entrée. Rappelez-vous que le niveau du courant détermine le point de commutation et non le niveau de tension.

Lors du passage de l'entrée de l'état bas à l'état haut, le courant de boucle change momentanément pour passer au niveau de courant de sortie en court-circuit de l'état SIGNAL, I_{SC}, (typiquement 85 mA). Une pointe de courant apparaît à l'extrémité récepteur après le retard de propagation inhérent à la ligne de transmission, 2 μs environ, tel qu'il est agrandi à la figure 17. La pointe est provoquée par la décharge brutale de la capacité du câble. Toutefois, le courant de la boucle diminue rapidement pour passer du niveau I_{SC} à un niveau 20 mA lorsque la ligne est entièrement déchargée. La durée de I_{SC} peut être calculée en se reportant aux calculs de dissipation de la puissance de sortie du HCPL-4100 (voir l'annexe B).

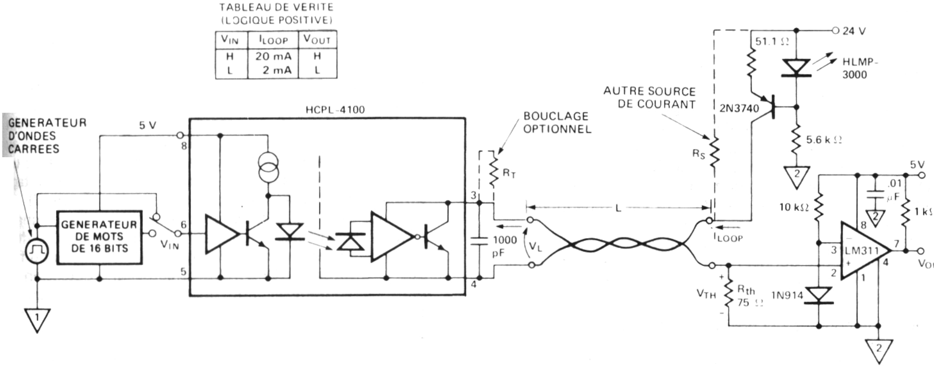


FIGURE 14 — Circuit de test de la vitesse de transmission des données entre un émetteur isolé HCPL-4100 et un récepteur actif non isolé

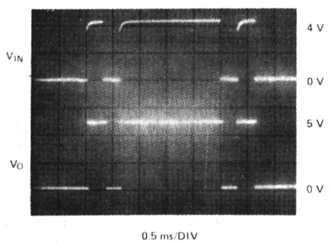


FIGURE 15 — Comparaison des temps : signal de sortie (V_O) par rapport au signal d'entrée (V_{IN}). Caractéristiques : mots de 16 bits, distorsion 10%, longueur de boucle 305 m. Voir la figure 14

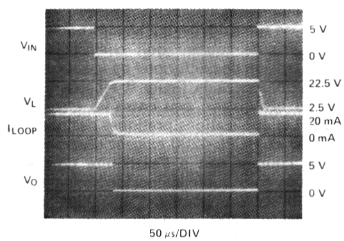


FIGURE 16 — Performances caractéristiques du signal du circuit de la figure 14 pour les caractéristiques suivantes : longueur de boucle 305 m, distorsion 10% pour des signaux carrés d'entrée et de sortie. a. tension d'entrée (V_{IN}); b. tension de charge du récepteur (V_L); c. courant de boucle (I_{LOOP}); d. tension de sortie (V_O)

Le récepteur non isolé change d'état lorsque le courant de boucle croise à peu près le niveau 10 mA. Et pourtant, il a fallu 10 μs environ à la tension de boucle pour passer d'un niveau de conformité de la tension de la source de courant de 22,5 V à une tension à l'état SIGNAL de 2,4 V à 20 mA. Cette caractéristique de la tension de boucle ne restreint pas les performances de vitesse à la mise en fonction.

Lors de la transition haut/bas du signal d'entrée, l'émetteur HCPL-4100 se bloque après le retard de propagation du dispositif. Toutefois, le courant de boucle au récepteur ne commence à varier à partir de 20 mA qu'environ 30 μs plus tard. Ceci résulte du fait que la source de courant charge la capacité de la ligne à un taux fixe de 20 mA à partir du niveau de tension de l'état SIGNAL (2,4 V) jusqu'au niveau de conformité de la source de courant. C'est seulement lorsque la tension de conformité est atteinte que le courant de la boucle tombe en dessous du seuil de 10 mA du récepteur. Comme auparavant, le niveau du courant au récepteur détermine l'instant de la commutation. Dans cet exemple, la tension de conformité de la source de courant influence le retard de l'arrêt de la boucle. Cette dépendance est illustrée graphiquement à la figure 10.

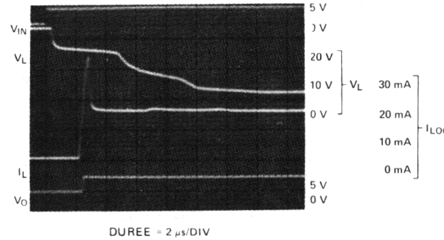


FIGURE 17 — Réponse agrandie du signal de la figure 16. Les détails présentés sont la durée et la grandeur de l'I_{SC} au niveau du récepteur ainsi que la tension de sortie de l'émetteur (V_L)

Facteurs généraux affectant la vitesse de transmission des données

Trois facteurs limitant la vitesse de transmission des données et les compromis correspondants sont examinés ci-dessous :

1. Longueur de la boucle : la longueur de la ligne restreint la vitesse de transmission d'une boucle de courant. Ceci résulte essentiellement de l'effet total de charge capacitive du câble sur l'émetteur et sur le récepteur. La vitesse de transmission des données par rapport à la longueur de la ligne pour les deux configurations simplex en point-à-point est illustrée aux figures 8 et 10. Le câble blindé assure une meilleure immunité aux bruits mais, de façon générale, la capacité par unité de longueur est plus forte que pour le câble non blindé. Les caractéristiques du câble utilisé : taille des conducteurs, torsadage, matériau isolant, etc., influencent toutes la vitesse maximale de transmission des données (les caractéristiques du câble utilisé dans les applications de ce texte sont précisées à l'annexe C).

2. Source de courant : la position, le type et la tension de conformité de la source de courant utilisée dans une boucle de courant peuvent affecter le taux de transmission des données dans le système. La limitation première de la vitesse de transmission des données est l'emplacement de la source de courant dans la boucle. Lorsque la source de courant est placée à l'extrémité émetteur de la boucle au lieu d'être à l'extrémité récepteur, la vitesse maximale de transmission des données est beaucoup plus élevée pour une boucle de longueur donnée. Cet effet peut être perçu en comparant les données de la figure 8 et celles de la figure 10. La principale raison de la moindre vitesse de transmission qui apparaît à la figure 10 est que la source de courant doit charger la capacité du câble à la tension de conformité de la source de courant. La vitesse obtenue à la figure 8 est due au fait que la tension du câble varie peu entre les états SIGNAL et ESPACE. Les applications pratiques des photocoupleurs HCPL-4100 et HCPL-4200 exigent généralement que la source de courant soit à l'extrémité non isolée de la boucle. Pour maximiser les performances de vitesse, il faudrait utiliser un émetteur actif non isolé avec le récepteur HCPL-4200. Toutefois, dans les montages en duplex (deux boucles simplex), les extrémités non isolées doivent être au même endroit. De là, les vitesses bidirectionnelles totales de transmission des données dans le système seraient limitées par la boucle la plus lente, c'est-à-dire celle qui contient un récepteur actif non isolé. Un examen plus approfondi des applications en mode duplex et en mode alternat se trouve plus loin dans ce texte.

   Le type de la source de courant peut affecter les performances de vitesse. Utilisée avec une source de tension à l'extrémité non isolée de la boucle, une simple résistance peut fixer le niveau de courant de la boucle. Une impédance de source incorrecte ou un mauvais bouclage de la boucle peuvent provoquer des réflexions qui déforment les données et diminuent leur vitesse de transmission. Le bouclage d'une boucle de courant par une impédance équivalente à l'impédance caractéristique de la ligne peut améliorer de 20% environ la vitesse de transmission des données. Une résistance de bouclage réduit une partie de la tension disponible pour piloter la ou les stations de la boucle.

   Une source de courant à élément actif peut être contrôlée par un pilotage du courant qui permet une vitesse de fonctionnement plus élevée tout en assurant une impédance de sortie régulièrement forte, en fonction comme hors fonction. Une diminution des variations de l'impédance de sortie de la source de courant peut aider à diminuer l'apparition de réflexions multiples des signaux. Les sources de courant à éléments actifs sont décrites au chapitre «Sources de courant» de cette note d'applications.

   La tension de conformité peut agir sur les performances de vitesse du circuit du récepteur actif non isolé de la figure 9. La dépendance de la vitesse de transmission des données par rapport à la tension de conformité est illustrée à la figure 10. L'abaissement de la tension d'alimentation de la source de courant de 24 à 10 V cc pour une configuration simplex en point-à-point se traduit par une augmentation de la vitesse de transmission des données égale à un facteur 3,5 pour une boucle de 1000 m. La raison de cette amélioration est qu'il faut moins de temps pour charger la ligne de transmission au niveau plus faible de la tension de conformité, avec un taux de charge constant. Toutefois, l'autre montage simplex d'un émetteur actif non isolé (figure 7) ne présente pour la vitesse de transmission des données aucune dépendance par rapport à la tension de conformité, comme il apparaît à la figure 8. Ceci résulte du fait que le dispositif HCPL-4200 effectue une détection de seuil de courant et non une détection de niveau de tension.

   Pour une configuration et une boucle de longueur données, la vitesse maximale de transmission des données utilisable est habituellement déterminée par les différences de retard de propagation de la boucle de courant et par la distorsion admissible pour l'application de l'utilisateur. La distorsion du retard de propagation est $|t_{PLH} - t_{PHL}|$. Les facteurs qui contribuent à la distorsion du retard de propagation du système sont le niveau de la tension de conformité de la source de courant, la position de cette source, la distorsion intrinsèque du retard de propagation de la source de courant ainsi que la distorsion du retard de propagation du photocoupleur. Des informations détaillées sur les facteurs qui affectent la distorsion des données se trouvent dans le chapitre consacré à la configuration en alternat.

3. Performances du dispositif : le retard de propagation de l'émetteur et du récepteur peut influencer la vitesse de transmission des données des boucles de courte longueur (inférieure à 100 m) dans les applications à haute vitesse (> 1 MBauds). Habituellement, les boucles de courant sont conçues pour travailler à des distances largement supérieures à 100 m. De ce fait, la capacité du câble constitue le facteur dominant des limitations de la vitesse de transmission des données.

   Un autre aspect des performances du dispositif est la puissance dissipée dans l'émetteur HCPL-4100. Un exemple de calcul de dissipation de puissance du HCPL-4100 est donné à l'annexe B. Une correction peut être nécessaire lorsque l'unité travaille avec une forte tension V_{CC}.

Aspects liés à la protection optionnelle du dispositif

Des applications spécifiques des produits finaux peuvent exiger un complément de protection du dispositif. Un redresseur en pont peut être inclus pour supprimer les problèmes liés au raccordement de la boucle (polarité). Un tamponnage du courant peut être mis en œuvre pour les boucles de courant travaillant à plus de 30 mA. Les risques de dégâts aux points d'interconnexion ou au câble à cause de décharges électrostatiques peuvent être fortement réduits par l'emploi de dispositifs absorbant de l'énergie comme des TransZorbs® ou des varistors à oxyde métallique (MOV).

Duplex

La configuration duplex est une extension courante et utile de la configuration simplex. La communication en duplex se définit comme la transmission bidirectionnelle simultanée d'informations entre des unités locales et des unités éloignées. Le synoptique de la figure 18 présente cette configuration en point-à-point.

Pour l'essentiel, un montage duplex est composé de deux boucles simplex en point-à-point (un système quadrifilaire) utilisées simultanément pour faire circuler les données dans

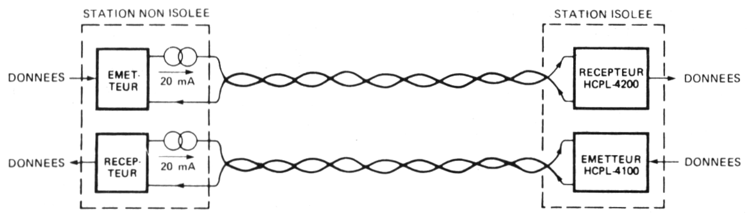


FIGURE 18 – Configuration d'un système à boucle de courant duplex en point-à-point

les deux directions. Une application courante des boucles de courant pour la configuration en duplex consiste à connecter des terminaux éloignés à la partie interface d'E/S d'un ordinateur central.

La mise en œuvre d'un isolement optique dans un système à boucle de courant en configuration duplex devra être faite à une extrémité commune des boucles. Deux unités séparées, actives et non isolées sont disposées à l'autre extrémité des boucles. La figure 18 illustre les commentaires ci-dessus. La mise en œuvre de l'isolement à une extrémité commune diminue fortement le couplage en mode commun entre les deux boucles. Dans la plupart des cas, la vitesse de transmission des données en duplex est limitée par la boucle contenant le dispositif HCPL-4100 et le récepteur actif non isolé. Cette limitation peut être surmontée en employant une source de courant isolée à l'extrémité HCPL-4100 de la boucle et un récepteur passif non isolé. La source de courant isolée augmente le coût de la ligne de transmission des données, mais ce coût accru est justifié par l'amélioration résultante de la vitesse. Toutes les informations données au chapitre «Simplex» pour les performances d'une configuration simplex à boucle de courant en point-à-point s'appliquent également aux applications en duplex.

En alternat

Une boucle de courant en alternat assure la circulation bidirectionnelle non simultanée des données entre des équipements locaux et à distance. Cette configuration utilise une interconnexion bifilaire plus simple que le montage à quatre fils de la configuration en duplex. Le système en alternat peut aisément être agrandi, c'est-à-dire transformé pour qu'une application point-à-point devienne une application multipoint comportant plusieurs stations d'émission et de réception sur la boucle. Les synoptiques de la figure 19 illustrent les deux cas – mode point-à-point et mode multipoint – pour la configuration en alternat.

Une caractéristique de la configuration en alternat est la nécessité d'établir la priorité des émetteurs de la boucle de courant, que la boucle de courant soit en mode point-à-point ou multipoint. L'utilisation de protocole dans le flux d'informations transférées permet d'assurer qu'un seul

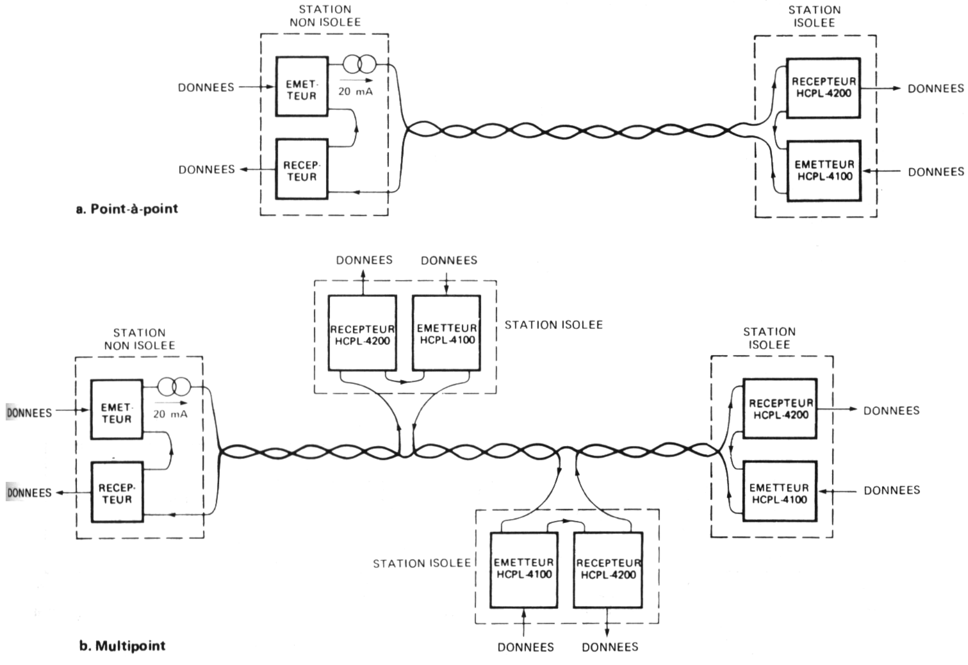


FIGURE 19 – Configurations d'un système à boucle de courant en alternat : a. en point-à-point; b. en multipoint

émetteur transmet des données à un moment quelconque. Les utilisations typiques des boucles de courant en alternat sont très voisines des applications similaires en mode duplex.

Performances cc

Comme il apparaît à la figure 19, le fait d'isoler la boucle de courant par rapport aux systèmes logiques est facile à réaliser à une extrémité de la boucle en employant une combinaison composée de l'émetteur HCPL-4100 et du récepteur HCPL-4200. Une diminution importante des influences du mode commun sur la boucle de courant, la suppression des différences de potentiel de terre et l'immunité spécifiée aux bruits de la boucle de courant s'obtiennent en mettant en œuvre ces photocoupleurs complémentaires. Pour cette combinaison de photocoupleurs, l'immunité aux bruits de la boucle de courant est au minimum de 1 mA à l'état ESPACE et de 8 mA à l'état SIGNAL. Un émetteur/récepteur (émetteur et récepteur) actif non isolé avec une source de courant opère à l'extrémité opposée de la boucle de courant.

La tension maximale de conformité de la source de courant est limitée par la caractéristique de tension de rupture de l'un quelconque des émetteurs de la boucle configurée en alternat. L'émetteur HCPL-4100 isolé a une tension maximale de fonctionnement de 27 V cc. Toutefois, dans les applications multipoint, chaque récepteur HCPL-4200 isolé partage une partie de la tension de conformité pendant l'état ESPACE, le plus mauvais cas étant 0,9 V cc pour un courant minimum à l'état ESPACE de 0,5 mA. De même, chaque émetteur HCPL-4100 isolé et conducteur partage également une partie de la tension de conformité à l'état ESPACE. Dans le plus mauvais cas, il s'agit de 0,95 V cc à 0,5 mA. Par exemple, avec quatre paires de dispositifs HCPL-4100 et HCPL-4200, un maximum supplémentaire (le plus mauvais cas de 6,5 V cc) peut être ajouté pour porter la valeur maximale de la tension de conformité de 27 à 33,5 V cc pour la source de courant. Les 6,5 V cc supplémentaires sont calculés en supposant qu'un émetteur HCPL-4100 interrompt la boucle de courant 22 mA à des intervalles de 200 m (stations). Cette augmentation du niveau de la tension de conformité permet d'utiliser une autre station isolée. La tension V_{CC} minimale requise pour la source de courant de la figure 20(b) avec cinq stations isolées à l'état SIGNAL et avec les paramètres les plus défavorables utilisés précédemment donne 33,2 V cc. Une tension de conformité plus haute permet d'utiliser des boucles plus longues, mais la vitesse de transmission des données est plus faible. Des précautions doivent être prises pour empêcher que des stations soient retirées de la boucle afin d'éviter qu'une tension de conformité trop forte ne soumette les émetteurs restant dans la boucle à des contraintes trop fortes. Un compromis de conception doit être déterminé en fonction des avantages découlant des différentes tensions de conformité. L'équation (1) de la partie simplex peut être utilisée pour déterminer un paramètre cc quelconque d'une application en configuration en alternat.

Un émetteur/récepteur spécifique actif et non isolé qui peut être utilisé dans les applications point-à-point et multipoint avec les photocoupleurs à boucle de courant HCPL-4100 et HCPL-4200 est illustré à la figure 20.

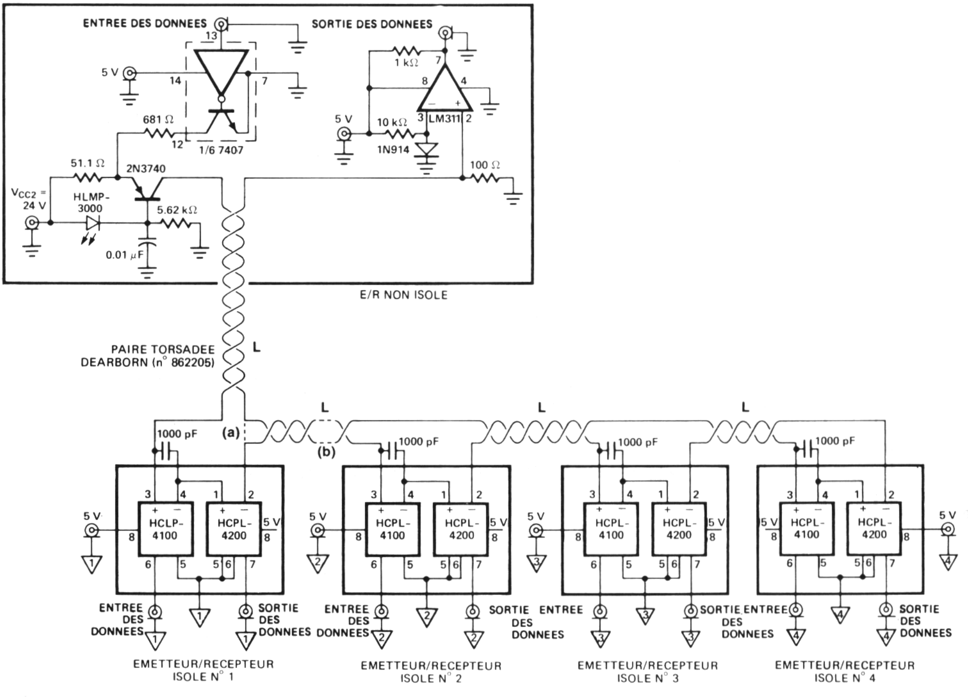


FIGURE 20 – Schémas de configurations en alternat : a. en point-à-point; b. en multipoint

PERFORMANCES CA

Montage point-à-point

Les performances correspondantes de la vitesse de transmission des données par rapport à la longueur de la boucle et au sens de circulation des données sont présentées à la figure 21 pour l'application en alternat en mode point-à-point. Les définitions des taux 10 et 25% de distorsion des données se trouvent au chapitre consacré à la configuration en simplex.

La transmission des données entre un émetteur/récepteur isolé (une paire émetteur et récepteur) et un émetteur/récepteur actif non isolé restreint les performances de vitesse de transmission des données de la configuration en alternat. Cette limitation résulte de la diminution de la vitesse d'une boucle de courant utilisée avec un émetteur isolé. Une tension moindre de conformité de la source de courant améliore la vitesse de transmission des données d'un émetteur/récepteur isolé à un émetteur/récepteur non isolé, comme il est dit au chapitre consacré à la configuration simplex.

Montage multipoint

Les performances de transmission des données des applications en alternat multipoint (voir la figure 20(b)) sont résumées aux tableaux 1 et 2. Ces tableaux comparent les vitesses de transmission des données et la distance de la boucle entre les stations, la longueur totale de la boucle, le sens de circulation des données, le taux de distorsion et le format des données. Le tableau 1 illustre la façon dont la vitesse de transmission peut, pour une distorsion fixe (10 ou 25%) être différente aux diverses stations de la boucle. Le tableau 2 montre la distorsion de la largeur des impulsions qui apparaît lorsque la boucle multipoint est utilisée à différentes vitesses fixes de transmission des données.

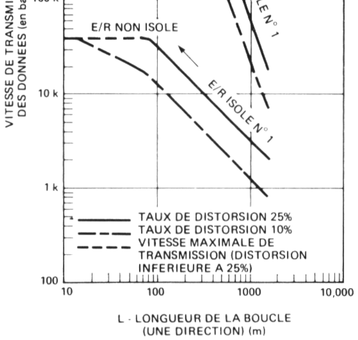


FIGURE 21 — Configuration en alternat en point-à-point (figure 20(a)), vitesse de transmission des données par rapport à la longueur de la boucle et au sens de circulation des données

La comparaison des vitesses de transmission des données de configurations point-à-point (en alternat) et multipoint peut sembler contradictoire. Les données présentées à la figure 21 et au tableau 1 illustrent ce qui précède à une distorsion de 25% pour une boucle de 915 m. Une comparaison montre l'influence de plusieurs stations sur la vitesse de transmission des données pour une boucle de longueur fixe. Dans le montage point-à-point, la vitesse de transmission des données est de 62,5 kBauds entre un émetteur/récepteur actif non isolé et l'émetteur/récepteur isolé n° 1. Dans le montage multipoint, entre l'émetteur/récepteur non isolé et l'émetteur/récepteur isolé n° 3, la vitesse de transmission des données dans la même direction s'établit à 25 kBauds. Comme on pouvait s'y attendre, la vitesse de transmission des données en point-à-point est plus grande parce que la source de courant a seulement besoin de charger la ligne à une valeur plus faible (somme ≈ 1/2) des tensions à l'état SIGNAL que dans le cas de plusieurs stations. Toutefois, dans le sens opposé, de l'émetteur/récepteur isolé n° 1 à l'émetteur/récepteur actif non isolé, la vitesse de transmission des données du montage point-à-point est de 3,33 kBauds alors que cette vitesse est de 6,25 kBauds pour le montage multipoint. Dans ce cas, le montage multipoint est deux fois plus rapide que le montage point-à-point pour la même distance, contrairement aux résultats «prévus». La raison de cette amélioration de la vitesse est que lorsque l'émetteur/récepteur n° 3 interrompt le courant de la boucle, la source de courant continue à charger la boucle jusqu'à la tension de conformité pour laquelle la source de courant est arrêtée. Toutefois, la différence de tension entre la somme de toutes les chutes de tension à l'état SIGNAL et la tension de conformité est faible à cause des quatre stations de la boucle. Par conséquent, une faible excursion en tension exige un temps de charge beaucoup plus réduit que si la charge avait lieu sur une excursion en tension plus importante.

De plus, si l'on utlise plusieurs stations à une vitesse constante de transmission des données, la distorsion des données peut varier d'une station à l'autre. Cette distorsion varie par rapport à la station émettrice. A titre d'illustration extraite du tableau 2, l'exemple des 915 m à trois stations à distance (c'est-à-dire l'émetteur/récepteur isolé n° 3 transmettant à 6,25 kBauds aux stations successives constituées de l'émetteur/récepteur n° 2, de l'émetteur/récepteur n° 1 et d'un émetteur/récepteur actif non isolé distants de 305 m) donne des niveaux de distorsion qui s'établissent respectivement à 19, 31 et 25%. La distorsion affectant une station intermédiaire est plus importante que celle d'une station disposée à une extrémité de la boucle et résulte des seuils différents de chaque station. Des niveaux identiques de seuil de courant pour chaque station se traduisent par des niveaux de distorsion de plus en plus forts pour chaque station de la boucle. De même, la réflexion des signaux entre les stations peut expliquer la disparité des niveaux de distorsion des différentes stations d'un système à boucle. Le concepteur peut se trouver limité à une vitesse de transmission des données pour laquelle la distorsion subie par chaque station demeure acceptable.

De façon générale, les limitations de la vitesse de transmission des données dans les applications multipoint, pour les données qui circulent d'une station active non isolée vers une des stations isolées sont provoquées par le retard de propagation de la ligne et la durée de la charge ou de la décharge de la capacité totale de la ligne. La charge et la décharge de la ligne se font sur un niveau de tension qui est égal à la différence entre la somme de toutes les tensions à l'état SIGNAL et la somme de toutes les tensions à l'état ESPACE qui se présentent aux points de raccordement actifs non isolés de la boucle. Les limitations de la vitesse de transmission des données dans le sens opposé (unités isolées à unité active non isolée) sont réduites par le retard de propagation de la ligne et par le temps nécessaire pour charger la capacité de la ligne sur une tension égale à la différence entre la somme des tensions à l'état SIGNAL et la tension de conformité de la source de courant.

TABLEAU 1 – Configuration en alternat en multipoint : distorsion constante en pourcentage, vitesse variable de transmission des données

Entrée des données	Sortie des données	L Longueur entre les points d'entrée et de sortie des données	L_T Longueur totale de la boucle	Vitesse de transmission des données kBd	Distorsion %	Commentaires
		m	m			
Emetteur/ Récepteur actif non isolé	E/R n° 4	122	122	250	25	Signal d'entrée : onde carrée Source de courant : 24 V cc/20 mA Schéma d'un circuit à boucle de courant en alternat : figure 20(b)
	E/R n° 3	92		370		
	E/R n° 2	61		370		
	E/R n° 1	31		250		
	E/R n° 4	122		125	10	
	E/R n° 3	92		167		
	E/R n° 2	61		167		
	E/R n° 1	31		125		
Emetteur/ Récepteur isolé n° 4	E/R non-isolé	122		62,5	25	
	E/R n° 1	92		62,5		
	E/R n° 2	61		82,5		
	E/R n° 3	31		100		
	E/R non isolé	122		25	10	
	E/R n° 1	92		25		
	E/R n° 2	61		33,3		
	E/R n° 3	31		40		
Emetteur/ Récepteur actif non isolé	E/R n° 3	915	915	25	25	
	E/R n° 2	610		33,3		
	E/R n° 1	305		25		
	E/R n° 3	915		12,5	10	
	E/R n° 2	610		16,7		
	E/R n° 1	305		12,5		
Emetteur/ Récepteur isolé n° 3	E/R non isolé	915		6,25	25	
	E/R n° 1	610		5		
	E/R n° 2	305		8,25		
	E/R non isolé	915		2	10	
	E/R n° 1	610		2		
	E/R n° 2	305		3,33		

TABLEAU 2 – Configuration en alternat en multipoint : vitesse constante de transmission des données, distorsion variable en pourcentage

Entrée des données	Sortie des données	L Longueur entre les points d'entrée et de sortie des données	L_T Longueur totale de la boucle	Vitesse de transmission des données kBd	Distorsion %	Commentaires
		m	m			
Emetteur/ Récepteur actif non isolé	E/R n° 4	122	122	250	25	Signal d'entrée : onde carrée
	E/R n° 3	92		250	30	
	E/R n° 2	61		250	15	Source de courant : 24 V cc/20 mA
	E/R n° 1	31		250	25	
	E/R n° 4	122		125	10	Schéma d'un circuit à boucle de courant en alternat : figure 20(b)
	E/R n° 3	92		125	6	
	E/R n° 2	61		125	7,5	
	E/R n° 1	31		125	12	
Emetteur/ Récepteur isolé n° 4	E/R non-isolé	122		62,5	25	
	E/R n° 1	92		62,5	25	
	E/R n° 2	61		62,5	19	
	E/R n° 3	31		62,5	6	
	E/R non isolé	122		25	10	
	E/R n° 1	92		25	10	
	E/R n° 2	61		25	7,5	
	E/R n° 3	31		25	7,5	
Emetteur/ Récepteur actif non isolé	E/R n° 3	915	915	25	25	
	E/R n° 2	610		25	17,5	
	E/R n° 1	305		25	25	
	E/R n° 3	915		12,5	10	
	E/R n° 2	610		12,5	7,5	
	E/R n° 1	305		12,5	12	
Emetteur/ Récepteur isolé n° 3	E/R non isolé	915		6,25	25	
	E/R n° 1	610		6,25	31	
	E/R n° 2	305		6,25	19	
	E/R non isolé	915		2	10	
	E/R n° 1	610		2	8	
	E/R n° 2	305		2	12	

SOURCES DE COURANT

Sources à résistance

Les sources de courant utilisées pour les systèmes à boucles de courant peuvent varier au niveau de leurs performances, de leur complexité et de leurs coûts. La technique la plus simple et la moins coûteuse permettant de fournir le courant à la boucle consiste à utiliser une résistance en série entre l'alimentation de la station non isolée et la boucle. La valeur de la résistance (R_S) à utiliser est fonction du courant de boucle désiré (I_{LOOP}), du type du câble (résistance par longueur, R_{LINE}), de la longueur de la boucle (L), du nombre de stations de la boucle et des tensions respectives à leurs bornes à l'état SIGNAL (ΣV_{MARK}) ainsi que de la tension d'alimentation (V_{CC}) de la station non isolée. L'équation (5) permet de calculer la valeur de la résistance. La simplicité d'emploi d'une seule résistance donnant une boucle de courant 20 mA s'obtient au détriment d'une certaine souplesse puisque la configuration de la boucle ne peut pas être changée sans entraîner une modification de la valeur de la résistance.

$$R_S = \frac{V_{CC} - (I_{LOOP})(R_{LINE})2L - \Sigma V_{MARK}}{I_{LOOP}} \qquad (5)$$

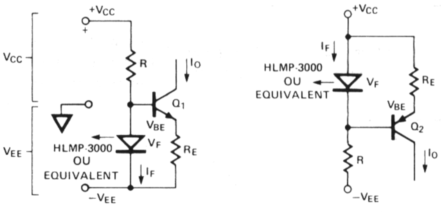
Les performances de vitesse d'un système à boucle utilisant une résistance d'établissement du courant sont plus lentes qu'avec une source de courant active. Cette différence résulte d'une réponse exponentielle du courant par rapport à la réponse linéaire associée à une source de courant active. Pour un niveau de seuil de courant donné, la réponse linéaire charge une ligne capacitive plus rapidement que la réponse exponentielle. Avec une résistance d'établissement du courant, une résistance de bouclage peut être utilisée au niveau des stations isolées pour diminuer légèrement la réflexion des signaux dans la boucle. Une amélioration de la vitesse pouvant atteindre 20% peut être obtenue en utilisant une résistance de bouclage égale à l'impédance caractéristique de la ligne. Toutefois, lorsqu'on utilise une résistance de bouclage, une marge doit être prévue pour la chute de tension à l'état SIGNAL de la résistance de bouclage par rapport à l'intervalle de conformité disponible de la boucle de courant.

Sources à DEL/transistor

Il s'agit d'utiliser la source de courant constant active, simple et relativement économique de la figure 22. La DEL donne une référence de tension stable (V_F) pour la base du transistor et aide aussi à compenser les variations de la tension de la jonction base-émetteur (V_{BE}) en fonction de la température. Cette source de courant est ainsi indépendante du niveau V_{CC} si le courant de polarisation (I_F) de la DEL est fixé de manière à ce que V_F ne varie que légèrement en présence de fortes variations d'I_F ($\approx$ 60 mV/décade d'I_F). Une régulation de 10% du courant de sortie peut aisément être réalisée sur une plage de valeurs de V_{CC} comprise entre 5 et 27 V cc.

Lorsque la valeur de V_{CC} est importante et que la tension à l'état SIGNAL est faible, l'emploi d'un transistor présentant une bonne conduction thermique par rapport à l'environnement ambiant minimise les variations du courant de la source provoquées par les variations de V_{BE} en fonction de la température. Cet état est celui d'une forte dissipation de puissance.

Cette source de courant peut aisément être pilotée en courant pour obtenir une commutation rapide. Ce mode de pilotage est illustré à la figure 7. Pour utiliser cette source de courant à de hautes vitesses de transmission des données avec des boucles de faible longueur, il est important que la différence des retards de propagation entre en/hors et hors/en soit rendue aussi faible que possible. L'indication de l'état peut être donnée de façon pratique par la DEL.



$$R = \frac{V_{CC} + V_{EE} - V_F}{1\,mA}$$

$$I_O = \frac{V_F - V_{BE}}{R_E}$$

$V_F \simeq 1.5$ V A $\quad I_F = 1$ mA

P = PUISSANCE EN Q_1 OU Q_2
$= I_O\,(V_{CC} - I_O R_E - \Sigma V_{MARK})$

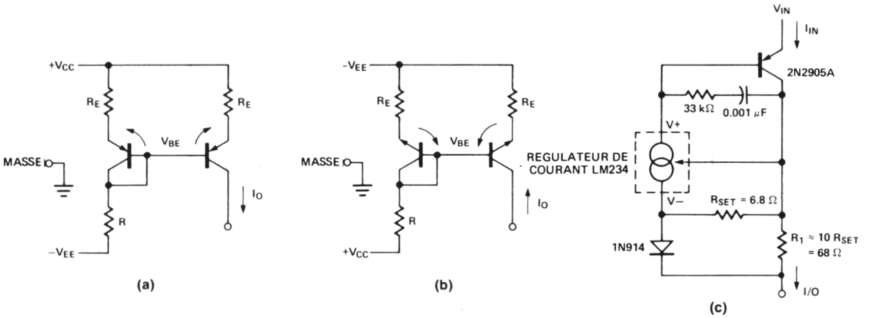
FIGURE 22 – Source de courant constant recommandée

Circuits intégrés spécialisés

Des sources de courant plus complexes, telles que les circuits intégrés spécialisés ou les miroirs de courant, peuvent être utilisées pour les boucles de courant. Le miroir de courant de la figure 23 doit, pour fonctionner correctement, comporter deux transistors appariés.

De façon générale, les transistors appariés disponibles dans le commerce ne sont pas conçus pour supporter des courants de sortie collecteur dépassant 10 mA. Les composants qu'il faut ajouter pour obtenir 20 mA rendent la source plus complexe, plus onéreuse et moins fiable. Pour diminuer les effets du bruit de l'alimentation et améliorer la stabilité thermique, il faut utiliser une forte résistance de contre-réaction pour l'émetteur du transistor. Cette contre-réaction va au détriment de la bande de tension disponible entre la tension totale à l'état SIGNAL et la tension de conformité du miroir de courant.

On peut utiliser la source de courant à circuit intégré LM234 de la figure 23(c). Des composants supplémentaires sont nécessaires pour la compensation en température afin d'assurer une régulation et un niveau de courant corrects sur une large bande de température et pour empêcher les éventuelles oscillations de ce dispositif actif. De plus, les caractéristiques de commutation du LM234 doivent être prises en compte en ce qui concerne les performances de vitesse désirées pour la boucle. Dans l'ensemble, la source de courant donne une bonne régulation (± 3%) pour la boucle de courant mais le coût des composants supplémentaires et l'espace additionnel requis dans un module d'entrée/sortie peuvent aller à l'encontre de l'aspect pratique d'une conception utilisant ce dispositif.



$R_E = \dfrac{\Delta T\,(\Delta V_{BE}/\Delta T)}{\Delta I}$; ΔT = VARIATION DE LA TEMPERATURE PAR RAPPORT A LA TEMPERATURE AMBIANTE (en °C)
ΔI = DEVIATION ACCEPTABLE PAR RAPPORT A I_O EN mA
$\dfrac{\Delta V_{BE}}{\Delta T} = \dfrac{\Delta V_{BE2} - \Delta V_{BE1}}{\Delta T}$

$$I_O \approx \frac{V_{CC} + V_{EE} - V_{BE}}{R + R_E}$$

FIGURE 23 — Sources de courant constant spécialisées à circuits intégrés. Miroir de courant : a. régulateur de courant PNP; b. régulateur de courant NPN; c. LM234 et composants

ANNEXE A

Circuits d'essai TTL à 16 bits

La fonction de ce circuit est de fournir de longues (6 bits) et courtes (1 bit) durées pour les états 1 logique et 0 logique, selon des séquences temporelles différentes. La figure 24 illustre le signal de sortie TTL 16 bits (Q_A).

ANNEXE B

Calculs de dissipation de puissance des HCPL-4100

Le calcul de la puissance dissipée par l'émetteur HCPL-4100 se fait en utilisant la méthode standard de détermination de la dissipation de la puissance d'entrée. Le calcul de la dissipation de puissance en sortie doit tenir compte de la puissance consommée dans les trois états opératoires différents. Ces états opératoires sont : 1. puissance dissipée pendant la transition de l'état ESPACE à l'état SIGNAL, 2. puissance dissipée à l'état SIGNAL et 3. puissance dissipée à l'état ESPACE. Il faut calculer la puissance moyenne la plus défavorable dissipée pendant deux intervalles binaires. La dissipation moyenne en sortie se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$P_O = \frac{P_{SM}t_{SM} + P_M t_M + P_S t_S}{2\,t_{BIT}} \qquad (6)$$

où :

P_O = Puissance moyenne de sortie dissipée pendant un intervalle dans les conditions les plus mauvaises

P_{SM} = Puissance dissipée pendant la transition ESPACE à SIGNAL

$$= \frac{I_{SC}\,(V_{COMP} + V_{MO})}{2} \qquad (7)$$

I_{SC} = Courant de sortie en court-circuit pour l'état SIGNAL

V_{COMP} = Tension de conformité de la source de courant

V_{MO} = Tension de sortie de l'état SIGNAL

P_M = Puissance dissipée pendant l'état SIGNAL

$$= V_{MO} I_{LOOP} \qquad (8)$$

I_{LOOP} = Courant de boucle

P_S = Puissance dissipée pendant l'état ESPACE

$$= V_{COMP} I_{SO} \qquad (9)$$

I_{SO} = Courant de sortie pour l'état ESPACE

t_{SM} = Durée de la puissance dissipée pendant la transition ESPACE à SIGNAL

$$= \frac{C_L\,(V_{COMP} - V_{MO})}{I_{SC}} \qquad (10)$$

C_L = Capacité totale de charge

t_M = Durée de l'état SIGNAL

t_S = Durée de l'état ESPACE

t_{BIT} = Durée de l'intervalle binaire

Ces formules reposent sur l'hypothèse de la décharge linéaire d'une charge capacitive.

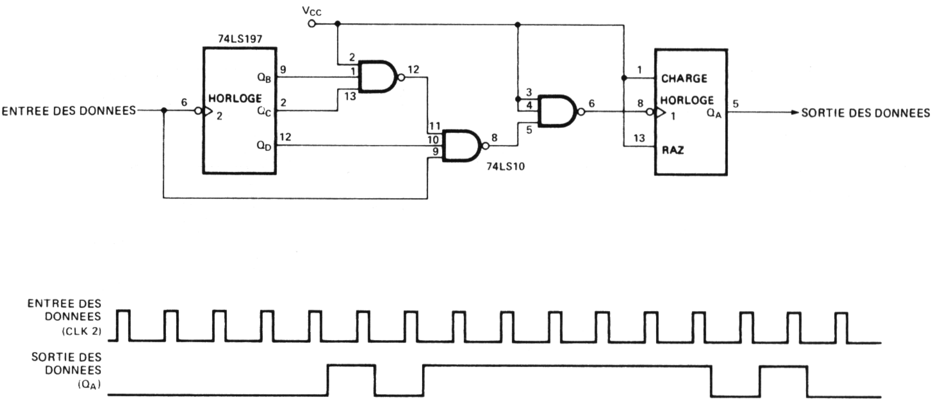


FIGURE 24 — Circuit d'essai pour données TTL 16 bits et signaux correspondants

A l'aide des équations (6) à (10), la puissance de sortie dissipée dans le plus mauvais cas par l'émetteur HCPL-4100 peut être calculée pour les conditions opératoires suivantes :

L = 200 m

C_L = 36000 pF (180 pF/m)

V_{COMP} = 23,5 V cc (V_{CC} = 24 V cc)

I_{LOOP} = 22 mA (20 mA + 10%)

I_{SC} = 85 mA

T_A = 70°C

LOGIQUE CMOS (15 V ± 5%)

Limites de la dissipation de puisance du HCPL-4100 à 70°C P_{IN} = 208 mW ; P_{TOTAL} = 283,5 mW

V_{MO} = 2,75 V à 22 mA

I_{SO} = 2 mA

t_{BIT} = 104,1 μs

(9600 bauds, états SIGNAL et ESPACE alternés, sans retour à zéro* (NRZ). Référence figure 25)

* Données en format Non Retour à Zéro (NRZ).

D = Distorsion 25%

Le calcul de la puissance maximale d'entrée du HCPL-4100 est basée sur une interpolation linéaire de I_{IH} et I_{CC} maximum.

$$P_{IN} = V_{CC}I_{CC} + V_{IH}I_{IH} \quad (11)$$

$$= (15{,}8\ V)\ (12{,}6\ mA) + (15{,}8\ V)\ (0{,}206\ mA)$$

$$= 202{,}3\ mW < 208\ mW\ max.$$

Par conséquent, la puissance de sortie maximale corrigée est

$$P_O = P_{TOTAL} - P_{IN} \quad (12)$$

$$= 81{,}2\ mW$$

Si l'on applique les valeurs données aux équations (7) (8), (9) et (10), on obtient :

P_{SM} = 1115,6 mW

P_M = 60,5 mW

P_S = 47 mW

t_{SM} = 8,8 μs

L'équation (6) donne la puissance de sortie moyenne par intervalle binaire, soit :

P_O = 98,4 mW > 81,2 mW max.

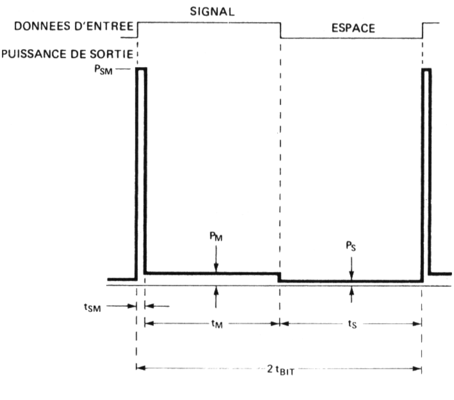


FIGURE 25 — Dissipation de la puissance de sortie sur deux intervalles binaires, émetteur HCPL-4100

Pour limiter cette situation de dissipation de puissance de sortie excessive, la tension d'alimentation V_{CC} de la source de courant peut être ramenée de 24 à 15 V. Les calculs faits avec $V_{CC} = 15$ V donnent :

P_{SM} = 733,1 mW

P_M = 60,5 mW

P_S = 29 mW

t_{SM} = 5 μs

P_O = 60,9 mW $<$ 81,2 mW max.

Les principaux rapports éliminés sont :
a. la longueur maximale de la boucle est diminuée de 50%,
b. moins de possibilités pour les applications multipoint.
Toutefois, la vitesse de transmission des données peut être doublée à 20 kbauds pour $V_{CC} = 15$ V sur 200 m.

ANNEXE C

Informations sur le câble

Le câble qui a été utilisé pour cette note d'applications était composé de cinq paires de fils torsadés non blindés calibre 22 AWG (Dearborn n° 862205). Les caractéristiques typiques mesurées de ce câble sont données ci-dessous. D'autres fabricants fournissent des câbles présentant des caractéristiques similaires (Belden n° 9745). Pour plus de détails, reportez-vous aux catalogues des fabricants de câbles.

Z_O = 75 Ω ; impédance caractéristique - ligne à ligne

R_{LINE} = 52,91 Ω/1000 m ; résistance cc - un conducteur

C = 174 pF/m ; capacité - ligne à ligne

t_{DELAY} = 5,9 ns/m

ANNEXE D

Liste des paramètres

C_L = Capacité totale de charge

f_D = Vitesse de transmission des données pour laquelle la distorsion des impulsions de sortie est D%

I_{LOOP} = Courant de fonctionnement de la boucle

I_{SC} = Courant de sortie en court-circuit à l'état SIGNAL

I_{SO} = Courant de sortie à l'état ESPACE

L = Longueur du fil dans une direction

P_S = Puissance dissipée à l'état ESPACE

P_O = Puissance moyenne de sortie dissipée pendant un intervalle de temps

P_{SM} = Puissance dissipée pendant une transition ESPACE à SIGNAL

P_M = Puissance dissipée à l'état SIGNAL

R_{LINE} = Résistance cc du fil pour la longueur indiquée

R_S = Résistance d'établissement du courant de l'alimentation non isolée

t_{BIT} = Durée d'un intervalle binaire

t_S = Durée de l'état ESPACE

t_M = Durée de l'état SIGNAL

t_{SM} = Durée de la transition ESPACE à SIGNAL

V_{CC} = Tension de l'alimentation

V_{COMP} = Tension de conformité de la source de courant

V_{MO} = Tension de sortie à l'état SIGNAL

$V_{RCVR\ MARK}$ = Tension aux bornes du récepteur de la boucle de courant pendant que circule le courant de l'état SIGNAL

V_{SAT} = Tension de saturation de la source de courant

$V_{XMTR\ MARK}$ = Tension aux bornes de l'émetteur de la boucle de courant pendant que circule le courant de l'état SIGNAL

HEWLETT PACKARD NOTE D'APPLICATIONS 1019

Emploi des DEL à courant faible HLMP-4700/-1700/-7000

INTRODUCTION

La recherche d'une diminution de la consommation électrique est depuis longtemps un des combats menés par les ingénieurs concepteurs. Pour de nombreux systèmes, la diminution des besoins d'énergie électrique signifie une réduction des exigences applicables aux circuits de commande et aux moyens de dissipation thermique. La diminution de la consommation des composants individuels employés en télécommunication entraîne une importante économie d'énergie dans les grands circuits et réseaux. La réduction de la consommation électrique revêt une importance toute particulière au niveau de la conception des instruments portables; plus la consommation électrique est importante plus l'alimentation doit être grande et moins l'instrument devient portable.

Hewlett-Packard a réalisé des progrès dans le domaine de la diminution de la consommation électrique des DEL en introduisant les dispositifs à courant faible HLMP-4700/-1700/-7000. Ces DEL, qui existent en jaune et en rouge à haut rendement, sont conçues et testées pour travailler à 2 mA en courant continu. Les ensembles teintés diffuseurs existent en T-1 3/4, T-1 et en éléments miniatures qui permettent au concepteur de disposer d'un moyen pratique pour diminuer la consommation d'énergie électrique dans de nombreuses applications.

Cette note d'applications commence par une description générale de quelques unes des principales caractéristiques de la DEL à courant faible et les compare à celles de la DEL standard Hewlett-Packard. Sont examinées et discutées l'intensité lumineuse et la tension directe en tant que fonctions du courant ainsi que le rendement lumineux en mode pulsé. Les économies réalisées dans les techniques d'interface au moyen de logiques CMOS, LSTTL et LTTL sont étudiées; de plus, une analyse d'un exemple d'économies de coûts de production est présentée. Sont également discutées les façons dont d'autres circuits, travaillant à des tensions d'alimentation supérieures à 5 V, entraînent une diminution importante des besoins électriques en réduisant les exigences de commande. Cette note étudie également les informations propres aux télécommunications concernant les exigences de courant et de tension spécifiques au téléphone et aux réseaux téléphoniques typiques. Enfin, des informations sont données sur les batteries les plus répandues dans le commerce. Les tailles et les capacités sont reprises sous forme de tableaux et comparées.

CARACTERISTIQUES DES DISPOSITIFS

Les DEL HLMP-4700/-1700/-7000 ont été conçues spécialement pour travailler à partir de courant continu faible. Les progrès réalisés par Hewlett-Packard dans la technologie des DEL et dans l'optimisation de la géométrie des puces ont permis d'accroître l'intensité lumineuse de la DEL avec des courants faibles. La figure 1 présente l'intensité lumineuse typique en fonction du courant direct pour les DEL classiques HLMP-3300/-3301 et pour la DEL à courant faible HLMP-4700. Ces graphiques permettent de constater que pour des courants allant jusqu'à 7 mA CC, la DEL à courant faible donne une intensité lumineuse plus forte que celle de la DEL classique présentée. Par exemple, pour des DEL déterminées, présentées dans un ensemble identique et ayant les mêmes caractéristiques optiques pour un courant direct de 2 mA, on peut observer que lorsque la DEL classique donne 0,5 mcd, la DEL à courant faible donne typiquement une intensité lumineuse de 2 mcd.

La tension directe est immédiatement influencée par le niveau bas du signal de commande. Le graphique de la figure 2 compare les caractéristiques électriques directes typiques des DEL classiques et de la DEL à courant faible. Sur le graphique, on constate que pour n'importe quelle valeur du

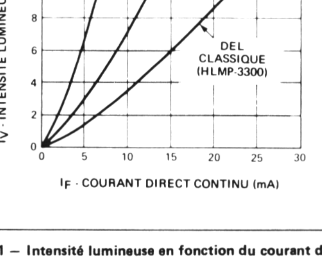


FIGURE 1 — Intensité lumineuse en fonction du courant direct

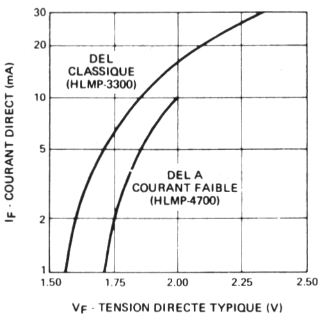


FIGURE 2 — Courant direct en fonction de la tension directe

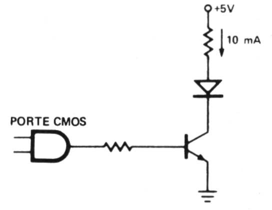


FIGURE 3 — Circuit de commande d'une DEL classique

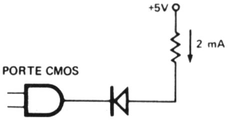


FIGURE 4 — Circuit de commande d'une DEL à courant faible

courant, la tension directe est plus élevée pour la DEL à courant faible que pour la DEL classique. Toutefois, du fait de l'intensité lumineuse plus élevée de la DEL à courant faible, nous pouvons comparer la tension directe de la DEL conventionnelle à 10 mA à celle de la DEL à courant faible à 2 mA. Les valeurs, typiquement 2,2 et 1,8 V respectivement montrent que la tension directe est moindre pour la DEL à courant faible dans les conditions de commande appropriées à chaque cas.

Comme il a été dit précédemment, la DEL à courant faible a été optimisée spécifiquement pour fonctionner jusqu'à 7 mA en courant continu. Il n'est pas recommandé d'utiliser ce dispositif avec des forts courants pulsés, à cause d'une dégradation accrue de l'intensité. Les HLMP-3301/-3401 sont les dispositifs rouges haut rendement et jaunes de l'ensemble T-1 3/4 recommandé pour les applications comportant de forts courants pulsés. Des dispositifs similaires existent en présentation T-1 et miniature.

TECHNIQUES D'INTERFACE

L'une des principales utilisations de la DEL à courant faible consiste à l'associer à des circuits CMOS. Puisque la DEL exige seulement un courant faible de commande, les circuits d'alimentation et de commande utilisés avec les CMOS sont souvent moins importants que ceux correspondants utilisés pour commander une DEL classique. Dans ce cas, l'emploi des DEL à courant faible peut entraîner une économie importante de temps, de matériau et d'argent.

L'un des principaux domaines d'économie se situe au niveau du nombre de composants utilisés dans le circuit de commande; si le circuit devient moins important, il comportera moins de composants. L'implantation pratique du schéma occupera moins de place sur la carte imprimée et le circuit réalisé sera moins encombrant, laissant de la place pour d'autres composants ou sous-ensembles ou permettant d'améliorer la compacité générale de l'instrument. Ainsi, les économies directes de matériaux apparaissent au niveau du nombre de composants et de la fabrication de la carte imprimée.

Lorsqu'il utilise moins d'énergie électrique, le concepteur a également moins à se préoccuper des systèmes de radiateurs et de refroidissement. Puisque la puissance électrique réelle est diminuée, la chaleur qui doit être dissipée par les radiateurs et les cartes métallisées diminue aussi. De plus, un passage moins important de courant électrique dans des circuits moins nombreux et plus petits, dans un volume donné, diminue la température ambiante dans le boîtier; ce qui constitue un des facteurs intervenant pour décider si un dispositif déterminé exigera un écoulement de chaleur quelconque (voir la note d'applications 1005 «Remarques sur le fonctionnement des DEL et des AFFICHEURS»).

Les figures 3 et 4 illustrent certaines de ces économies. La figure 3 montre une configuration de commande destinée à une DEL classique et travaillant avec un courant typique de 10 mA. Avec ce courant de commande, le circuit piloté par une porte CMOS exige un isolement effectué par un driver externe, en l'occurrence le transistor et la résistance limitatrice de courant de la figure. En revanche, la figure 4 montre le circuit de commande de la même porte CMOS fournissant 2 mA à la DEL à courant faible du circuit. Puisque de nombreux dispositifs CMOS peuvent passer à peu près 2 mA directement, il est inutile de faire appel à un driver externe pour allumer la DEL et le circuit s'en trouve simplifié, comme il apparaît à la figure 4. La dissipation de puissance du circuit de la DEL classique peut être calculée comme suit :

$$P_d = I\,E = (10\ \text{mA})\ (5\ \text{V}) = 50\ \text{mW}$$

P_d = Puissance dissipée

Pour le circuit de la DEL à courant faible :

$$P_d = I\,E = (2\ \text{mA})\ (5\ \text{V}) = 10\ \text{mW}$$

L'économie de puissance est donc de 40 mW.

La figure 5 donne une liste de composants CMOS qui devront absorber 2 mA environ au moins pour commander la DEL à courant faible avec une source de tension de 5 V. D'autres drivers CMOS peuvent faire de même à 10 V. Dans le cas des familles logiques LTTL ou LSTTL, la plupart des composants à 5 volts nécessitent 4 à 8 mA au moins, ce qui est tout à fait suffisant pour faire fonctionner la DEL.

ASPECTS LIES AUX TENSIONS PLUS HAUTES

Dans les circuits comportant des tensions plus hautes, la diminution de la puissance devient encore plus importante. La figure 6 montre une alimentation 12 V courant continu pilotant une DEL en série avec une résistance limitatrice de courant. La différence en puissance totale du circuit est importante dès que l'on procède à une comparaison entre les DEL classiques et la DEL à courant faible.

Pour les DEL rouges standard :

Si $I_f = 20$ mA, $P_d = I\ E = (20\ mA)\ (12\ V) = 240$ mW
pour 10 unités, $P_d = (240\ mW)\ (10\ DEL) = 2{,}4$ W

P_d = Puissance dissipée

Pour les DEL rouges haut rendement :

Si $I_f = 10$ mA, $P_d = I\ E = (10\ mA)\ (12\ V) = 120$ mW
pour 10 unités, $P_d = (120\ mW)\ (10\ DEL) = 1{,}2$ W

Pour les DEL à courant faible :

Si $I_f = 2$ mA, $P_d = I\ E = (2\ mA)\ (12\ V) = 24$ mW
pour 10 unités, $P_d = (24\ mW)\ (10\ DEL) = 240$ mW

Comme il apparaît dans l'exemple ci-dessus, la consommation de puissance est diminuée d'un facteur de 5 à 10 dès que l'on remplace les DEL classiques par des DEL à courant faible.

Fournisseur	Référence	I_{OL} (mA)				Description
		– 40°C	25°C		85°C	
		Min.	Min.	Typ.	Min.	
Motorola	MC14049UB	3,6	3,2	6	2,6	Six tampons inverseurs
	MC14050B	3,6	3,2	6	2,6	Six tampons non-inverseurs
	MC14053B	2,3	2,1	2,3	1,3	Six tampons non-inverseurs à 3 états
RCA	CD4009A/ CD4009UB	3,6	3	4	2,4	Six tampons inverseurs
	CD4010A/ CD4010B	3,6	3	4	2,4	Six tampons non-inverseurs
	CD4041A/ CD4041UB	1,8	1,6	3,2	1,44	Tampon comparateur quad/vrai
	CD4049A/ CD4049UB	3,6	3	6	2,5	Six tampons inverseurs
	CD4050A/ CD4050B	3,6	3	6	2,5	Six tampons non-inverseurs
National	CD4049C	4,6	4	5	3,2	Six tampons inverseurs
	CD4049M	5,6	4,6	5	3,2	Six tampons inverseurs
	CD4050BC	4,6	4	5	3,2	Six tampons non-inverseurs
	CD4050BM	5,6	4,6	5	3,2	Six tampons non-inverseurs
	MM70C95/ MM80C95 MM70C97/ MM80C97	4,35	4,35	–	4,35	Six tampons à 3 états
	MM70C96/ MM80C96 MM70C98/ MM80C98	4,35	4,35	–	4,35	Six inverseurs à 3 états

FIGURE 5 – Circuits-tampons (Buffers)/de commande CMOS

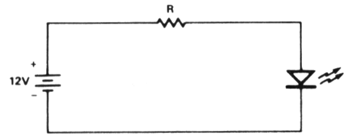


FIGURE 6 – Circuit d'une DEL avec alimentation 12 V CC

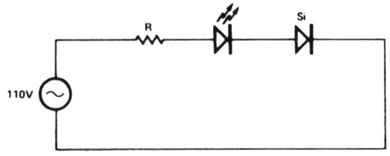


FIGURE 7 – Circuit d'une DEL avec alimentation 110 V CA

Sur le circuit de la figure 7, la DEL est alimentée par une tension alternative de 110 V; elle est protégée par une diode au silicium et par une résistance limitatrice de courant.

La puissance dissipée par la résistance, le composant qui utilise le plus de puissance, peut être calculée en supposant que les chutes de tension dans la DEL et la diode au silicium sont insignifiantes par rapport à l'alimentation 110 V :

$$R = \frac{V_{CRETE} - V_f - V_{Si}}{I_{CRETE}} = \frac{V_{CRETE}}{I_{CRETE}}$$

et

$$P_R = I_{EFF}^2 R = \frac{I_{CRETE}^2}{4} R$$

Les calculs des trois DEL sont repris à la table de la figure 8. On peut constater que tout en nécessitant une puissance moindre, la DEL à courant faible permet d'utiliser des résistances plus petites et de plus faible dissipation en watts pour économiser de la place et de l'argent.

DEL	I_{CRETE} (mA)	I_{EFF} (mA)	R (kΩ)	P_R (W)
Rouge standard (HLMP-3000)	20	14,1	7,8	0,75
Rouge haut rendement (HLMP-3300)	10	7,1	15	0,04
Courant faible (HLMP-4700)	2	1,4	7,8	0,08

FIGURE 8 – Calculs de la puissance pour un circuit CA

TELECOMMUNICATIONS

Dans les applications du domaine des télécommunications, il n'y a que peu de courant disponible pour piloter les accessoires d'un téléphone. La moindre consommation de la DEL à courant faible la rend idéale pour les télécommunications. Le schéma simplifié de la figure 9 décrit la signalisation dans un téléphone classique. Lorsque le téléphone est raccroché, le circuit est ouvert et aucun courant ne circule. Dans ces conditions, un appel déclenche le générateur de sonnerie pour qu'il alimente cette dernière. Lorsque vous soulevez le combiné, le téléphone entre en fonction. A cet instant, le courant peut circuler et l'utilisateur peut parler à celui qui l'appelle en employant l'émetteur et le récepteur.

Lorsque le combiné est raccroché, le téléphone ne consomme pratiquement aucun courant. Autrement, le central détecte une anomalie. Quand le téléphone est décroché et utilisé, il doit tirer 20 mA au minimum et 135 mA au maximum. De même que lorsque le téléphone est raccroché, le central détecte une anomalie si les courants sont en dehors de l'intervalle admissible. La DEL à courant faible peut être particulièrement efficace compte-tenu du courant limité dont on dispose pour les applications comme l'éclairage du bord du cadran, l'éclairage des touches ou d'autres voyants ou indicateurs sans avoir besoin de faire appel à une alimentation externe.

Dans le cas des systèmes à standard manuel d'abonnés, le constructeur du système fournit habituellement une alimentation supplémentaire destinée aux fonctions non-alimentées par le système électrique du central, voyants par exemple. Cette alimentation varie d'un constructeur à l'autre mais pour le message précisant que le combiné est raccroché, le courant disponible est typiquement limité. Une application idéale de la DEL à courant faible est l'affichage de l'état des lignes sur le tableau d'un standard manuel d'abonnés. Les autres applications sont les DEL d'indication de présence de message pour les téléphones des hôtels ou les DEL précisant l'état occupé sur la console d'une opératrice de standard manuel privé. Chaque DEL de la console est associée à un poussoir que l'opératrice peut manœuvrer pour lancer un appel destiné à un poste déterminé. La DEL lui précise si le poste est libre ou occupé.

NOTE : puisqu'une interface d'un central donné peut varier et peut donc modifier le courant électrique fourni, les spécifications individuelles de chaque système doivent être examinées. Dans la plupart des pays, le raccordement d'équipements aux réseaux téléphoniques est réglementé par une administration.

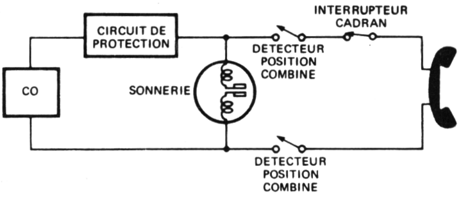


FIGURE 9 – Schéma simplifié d'un téléphone

APPLICATIONS

BATTERIES

La diminution de la taille et du poids des alimentations a toujours été un des objectifs des concepteurs d'instruments et, en particulier, d'équipements portables. La diminution du courant de commande requis pour obtenir une visibilité et une brillance appropriées signifie que des alimentations plus petites et plus légères peuvent être employées sans sacrifier les performances ou sans qu'une alimentation déterminée soit surchargée, ce qui se traduit par une augmentation de sa durée de vie. C'est le cas de la batterie, une source électrique légère, portable et courante. Si, pour une pile de taille donnée, le débit demandé est plus faible, la durée de vie des piles est prolongée; par exemple, la figure 10 illustre quelques caractéristiques typiques de décharge pour différentes valeurs de la consommation que doit fournir une pile alcaline de type «C». Pour piloter 25 DEL classiques, l'alimentation doit fournir un courant direct de (25) (10 mA) = 250 mA. D'après la figure 10, une consommation de 250 mA doit typiquement épuiser la batterie en moins de 15 heures. En revanche, 25 DEL à courant faible demanderaient seulement un courant de commande de (25) (2 mA) = 50 mA. Dans ce cas, la caractéristique de décharge montre que la batterie durerait 125 heures au moins à 50 mA.

Une autre possibilité est que la diminution des besoins de commande peut permettre d'employer des piles «AA» à la place du même nombre de piles «C» sans diminuer les performances. Le graphique de la figure 11 présente une caractéristique typique de débit d'une pile «AA». L'exemple précédent montre que la pile «C» peut avoir une vie utile de 15 heures lorsqu'elle alimente 25 DEL normales; si elle doit alimenter 25 DEL à courant faible, elle doit seulement fournir 50 mA. A la figure 11, on peut voir qu'un débit de 50 mA donnerait aussi une vie utile d'une quinzaine d'heures environ; on obtient donc le même service avec des piles dont la taille physique est non seulement plus réduite de 80% environ, mais qui sont aussi habituellement moins chères.

La figure 12 présente un tableau de piles alcalines courantes répertoriées d'après la spécification ANSI C18.1979. Ce tableau, qui est seulement limité aux piles courantes, précise les tensions et les dimensions approximatives. En plus de ces spécifications ANSI, le tableau donne aussi une liste comparative des capacités et des poids.

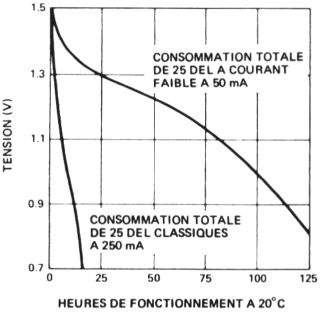


FIGURE 10 — Caractéristiques typiques de décharge d'une pile «C»

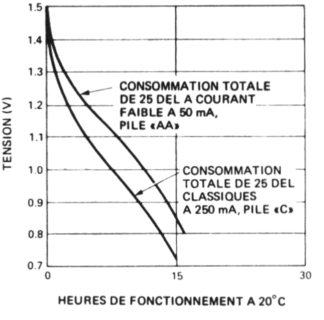


FIGURE 11 — Caractéristiques typiques de décharge des piles «AA» et «C»

Type de pile	Tension (V)	Capacité typique (mA/h)	Volume approximatif (cm^3)	Poids approximatif (g)
N	1,5	700	3,1	9,6
AAA	1,5	800	3,6	11,9
AA	1,5	1700	7,8	23,3
C	1,5	5000	26,1	64,9
D	1,5	10000	54,3	127
1604	9	500	20,6	48,9

FIGURE 12 — Types, capacités et poids des piles alcalines

Annexe

Liste des distributeurs agréés pour les composants Hewlett-Packard

REGION PARISIENNE

ALMEX
48, rue de l'Aubépine, 92160 ANTONY
Tél. (1) 666.21.12
Télex 250 067

FEUTRIER IDF
8, rue Benoît-Malon, 92150 SURESNES
Tél (1) 772.46.46
Télex 610 237

SCAIB
80, rue d'Arcueil - SILIC 137, 94523 RUNGIS
Tél. (1) 687.23.13 - 687.32.52
Télex 204 674

REGION OUEST

ALMEX
Immeuble Armorique
171, rue de Vern, 35022 RENNES
Tél. (99) 51.66.16
Télex 741 034

FEUTRIER
10 bis, rue de Crimée, 35100 RENNES
Tél. (99) 51.13.11 - 51.03.02
Télex 740 468

FEUTRIER
Z.I. de Kerscao/Brest BP 16
29219 LE RELECQ-KERHUON
Tél. (98) 28.03.03 - 28.27.73
Télex 940 930

FEUTRIER
1 bis, rue Julien-Videmant, 44000 NANTES
Tél. (40) 48.09.44
Télex 710 129

SCAIB
6, boulevard Adolphe-Billault, 44200 NANTES
Tél. (40) 20.04.81
Télex 711 660

REGION NORD

FEUTRIER IDF - Agence Lille
13, rue Victor-Hugo,
59350 SAINT-ANDRE-LES-LILLES
Tél. (20) 51.21.33
Télex 120 257

FEUTRIER EST
Boulevard de l'Europe, 54500 VANDŒUVRE
Tél. (8) 351.24.44
Télex 960 929 F

SCAIB Agence Nord-Est
4, rue du Parc, 59110 LA MADELEINE
Tél. (20) 51.32.29
Télex 120 755

REGION RHONES-ALPES SUD-EST

ALMEX
Route des Peupliers - NORLY 2,
69570 DARDILLY
Tél. (7) 866.00.66
Télex 375 187

FEUTRIER
Rue des Trois-Glorieuses
42271 SAINT-PRIEST-EN-JAREZ CEDEX
Tél. (77) 74.67.33
Télex 300 021

FEUTRIER
Avenue Laplace ZI, 13470 CARNOUX
Tél. (42) 82.16.41

SCAIB
24, avenue Joannes Masset, 69009 LYON
Tél. (78) 883.40.50
Télex 380 380

SCAIB GRENOBLE
Chemin des Clots, 38240 MEYLAN ZIRST
Tél. (76) 90.22.60
Télex 980 487

REGION SUD-OUEST

ALMEX
Centreda
Avenue D. Daurat, 31700 BLAGNAC
Tél. (61) 71.11.22
Télex 521 370

FEUTRIER
89, rue Riquet, 31000 TOULOUSE
Tél. (61) 62.34.72
Télex 530 089

FEUTRIER
"Le Concorde" 22, quai Bacalan
33075 BORDEAUX CEDEX
Tél. (56) 39.51.21

SCAIB Région Aquitaine
Z.I. Complexe Indar, 33290 BLANQUEFORT
Tél. (56) 95.22.51

SCAIB
15, chemin de Bages, 31700 BLAGNAC
Tél. (61) 71.90.83

HEWLETT-PACKARD FRANCE

Les Ulis
Avenue des Tropiques
Z.I. Courtabœuf
91947 LES ULIS Cedex
Tél. : (6) 907 78 25

Lyon Ecully
Chemin des Mouilles
B.P. 162
69130 ECULLY Cedex
Tél. : (7) 833 81 25

Nantes
Nouveau Chemin de la Garde
Z.A.C. du Bois Briand
44085 NANTES Cedex
Tél. : (40) 50 32 22

NOTES

NOTES

NOTES

NOTES

NOTES

NOTES

NOTES

NOTES

HEWLETT PACKARD

Maquette, photocomposition, impression NORD GRAPHIQUE PARIS 607 10 76

5953-9385 FR

Imprimé NOVEMBRE 1984

CATALOGUE
OPTOELECTRONIQUE 1985